



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Servicios medioambientales aplicados en diversas industrias, estrategias de medición y requerimientos necesarios para la contabilización de gases de efecto invernadero.**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de  
**INGENIERO MECÁNICO**

**P R E S E N T A**

Ximena Méndez Cruz

**ASESOR DE INFORME:**

Dr. Armando Rojas Morín



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2023

## Índice de contenido

<b>Agradecimientos:</b> .....	6
<b>Introducción:</b> .....	7
<b>Huella de carbono:</b> .....	9
<b>Sistema de gestión ambiental:</b> .....	10
<b>NetZero:</b> .....	11
<b>Objetivo:</b> .....	13
<b>Descripción de la empresa:</b> .....	14
<b>Antecedentes</b> .....	17
<b>Panorama energético mundial</b> .....	17
<b>Panorama energético en México.</b> .....	21
<b>Calentamiento global</b> .....	26
<b>Acuerdos internacionales en la historia:</b> .....	28
<b>Definición del problema o contexto de la participación profesional</b> .....	32
<b>Contexto social-ingenieril</b> .....	34
<b>Metodología utilizada</b> .....	36
<b>Huella de carbono</b> .....	36
<b>Sistema de gestión ambiental</b> .....	42
<b>NetZero</b> .....	55
<b>Resultados</b> .....	58
<b>Conclusiones.</b> .....	67
<b>Bibliografía.</b> .....	68

## Índice de gráficas:

Gráfica 1 Producción energética primaria 2020. Obtenida de: World Energy Balances, IEA, edición 2021.....	17
Gráfica 2 Emisiones de CO2 de combustibles fósiles del sector energético mundial y cambio anual 2000-2019 (MtCO2 año-1). Obtenida del Capítulo 6 del reporte AR6 publicado por el IPCC.....	18
Gráfica 3 Consumo total mundial de la energía por sector en 2019, Obtenida del Balance Nacional de energía 2020, SENER.....	19
Gráfica 4 Estructura de la producción de energía primaria [Petajoules]. Obtenida de: Balance nacional de energía 2020, SENER.....	22
Gráfica 5 Evolución de la producción y el consumo nacional de energía, Obtenida del Balance Nacional de Energía 2020, por medio de la información energética generada por la SENER.....	23
Gráfica 6 Porcentaje de participación de las energías limpias en la matriz de generación de energía eléctrica, Obtenida del Balance Nacional de Energía 2020, por medio de la información energética generada por la CENACE. ....	25
Gráfica 7 Emisiones generadas por la empresa descrita en el caso A. ....	60
Gráfica 8 Inventario de carbono generado por la empresa descrita en el caso B.....	63

## **Índice de ilustraciones:**

Ilustración 1 Diagrama de procesos, primeros pasos para el correcto .....	47
Ilustración 2 Pilares de una correcta política ambiental .....	48
Ilustración 3 Ejemplos más comunes en la industria de aspectos e impactos ambientales .....	50
Ilustración 4 características de un sistema de gestión documental .....	52
Ilustración 5 Cronograma de implementación de estrategias para alcanzar la neutralidad de emisiones, contemplando el segundo escenario.....	62

## Índice de ecuaciones:

Ecuación 1 Calculo de emisiones de dióxido de carbono producto de la combustión. .....	38
Ecuación 2 Calculo de emisiones de metano producto de la combustión. ....	38
Ecuación 3 Calculo de emisiones de óxido nitroso producto de la combustión.....	39
Ecuación 4 Calculo de emisiones equivalentes producto de la combustión expresadas en dióxido de carbono equivalente .....	39
Ecuación 5 Calculo de emisiones equivalentes provenientes del consumo eléctrico, expresadas en dióxido de carbono equivalente. ....	40
Ecuación 6 Calculo de emisiones de dióxido de carbono producto de la adquisicion de bienes y servicios. ....	41
Ecuación 7 Calculo de emisiones de metano producto de la adquisición de bienes y servicios.....	41
Ecuación 8 Calculo de emisiones de óxido nitroso producto de la adquisición de bienes y servicios. ....	41
Ecuación 9 Calculo de emisiones equivalentes producto de la adquisición de bienes y servicios expresadas en dióxido de carbono equivalente .....	42

## **Agradecimientos:**

Este informe de grado se llevó a cabo gracias a las siguientes personas:

Al doctor Armando Rojas y todos los académicos involucrados en mi formación académica como ingeniera, así como todos los amigos que la facultad de ingeniería me regalo, a quien agradezco infinitamente por demostrarme el lado bueno de la vida universitaria en los momentos más complicados, en especial a Yael Martinez y Emilio Morales, gracias por cada momento dentro y fuera del aula, por acompañarme cuando todo parecía perdido.

Al ingeniero Víctor Vazquez del Mercado y todo el equipo que conforma IPSSUM, por haberme brindado la oportunidad de mi primer empleo y guiarme en el ámbito profesional.

A mi familia, mis padres; Ladislao Méndez y Maria Elena Cruz, a quienes debo gran parte de lo que soy como persona, está de más resaltar que este logro no solo es mío, se consiguió gracias al esfuerzo diario del consultorio, el trabajo dentro del hogar y la atención para que no me faltara nada. A mis hermanos; Eduardo Méndez y Daniel Méndez por ser mis compañeros de vida. Finalmente, a mi gordito, mi compañero fiel durante más de 12 años, por cada noche de compañía mientras estudiaba, ver los ojitos azules bastaba para respirar y continuar.

## **Introducción:**

El calentamiento global representa una de las problemáticas de mayor interés a nivel mundial, debido a que la sociedad diariamente requiere de servicios energéticos para cubrir las necesidades humanas, tales como la movilidad, la ambientación, comunicación, etc. Por lo cual, el análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), provenientes de la generación energética también ha sido un tema de gran interés, debido a que año con año se incrementa la cantidad de energía requerida en el mundo, lo cual deriva en una mayor cantidad de emisiones contaminantes ocasionadas por la producción energética, como se declara el cuarto informe de evaluación (CIE) Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), es importante destacar que este aumento de contaminantes ha repercutido directamente en el medio ambiente, lo cual es altamente visible a través del aumento del promedio de la temperatura media desde la mitad del siglo XX.

Por medio de datos históricos mundiales y nacionales, se ha confirmado que el consumo de combustibles fósiles representa gran parte de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, por lo que el CIE se ha encargado de evaluar diversas opciones para lograr satisfacer la demanda energética de una forma más eficiente y menos contaminante, esto por medio de la obtención energética por medio de fuentes renovables, nucleares, etc.

Hablar de estrategias de medición y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, es sinónimo de hablar de diversos temas de índole económico-social que, en principio, pretende disminuir el consumo energético en cualquiera que sea la forma requerida o solicitada (como energía eléctrica, térmica, mecánica, etc.) y atenuar los efectos negativos, es necesario buscar políticas que estén alineadas a las modificaciones al sistema energético.

Los inventarios de gases de efecto invernadero nos sirven como preámbulo para conocer panorama actual de la empresa y con ello comenzar con una evaluación y comparación del desempeño con otras empresas del sector, de igual forma nos da la posibilidad de establecer objetivos alcanzables basados en la reducción de emisiones a través de contexto actual.

El siguiente paso en camino al cuidado del medio ambiente es la evaluación y cumplimiento de las metas para alcanzar el carbono negativo o el NetZero, que han sido metas internacionales (establecidas en diferentes años para cada país en los acuerdos de París). Este proceso se logra con la implementación de un sistema de gestión ambiental (SGA) y el éxito depende totalmente del compromiso de cada uno de los colaboradores con las estrategias de reducción y mitigación establecidas en el SGA, con el fin de evitar que el cambio climático alcance niveles catastróficos, se debe limitar el incremento de temperatura global a no más allá de 1.5 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales.

Actualmente, según datos publicados por el Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), en el sexto informe publicado, dicha temperatura media mundial se encuentra en 1.1 grados centígrados, por lo que podemos decir que ya estamos experimentado los efectos relacionados con el cambio climático, de los cuales la comunidad global en general somos responsables por el impacto generado en el planeta, es por eso por lo que una de las acciones es ir hacia una transición baja en carbono.

Los efectos del cambio climático tienden a presentar distintos riesgos, lo cual crea una extensa área de oportunidades para las empresas que pretendan liderar y aumentar la reputación, por medio de diversas acciones efectivas que son aquellas que buscan aumentar significativamente la eficiencia, lo cual nos lleva a una reducción costos en los procesos involucrados, manteniendo la innovación para obtener éxito.

El fortalecimiento de las estrategias ambientales dentro de las empresas, nos ayuda a determinar objetivos cuantificables y alcanzables, estos objetivos pueden ser diversos dependiendo de las características y giro de cada organización, pero idealmente todos deberán ir encaminado hacia la meta de Net Zero o carbono neutro para alcanzar la reducción en su totalidad los impactos ambientales de las empresas, para esto se han desarrollado documentos de valides internacional como el Greenhouse gas Protocol (GHG Protocol), este protocolo ofrece una opción de estándares y lineamientos para empresas u organizaciones interesadas para la contabilización del reporte de GEI contemplados en el Protocolo de Kioto<sup>1</sup>, se pretende ayudar a generar de forma correcta el inventario de GEI, contemplando el enfoque adecuado y los estándares establecidos por cada empresa, de igual forma pretende simplificar los costos para que cada empresa pueda obtener la información adecuada para una

---

<sup>1</sup> Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, estándar corporativo de contabilidad y reporte.



correcta gestión de recursos y elegir los programas adecuados en donde puedan participar, siguiendo con esta línea de tendencia también nos encontramos con una norma estandarizada internacional de la familia International Organization of Standardization (ISO), con el número 14001:2015.

El desarrollo y cumplimiento de estas políticas ambientales nos lleva a realizar diversos informes o estrategias para una evaluación constante de los impactos ambientales generados por las actividades de las empresas como lo son:

- La huella de carbono
- Estrategias de NetZero
- Sistema de gestión Ambiental

### **Huella de carbono:**

La huella de carbono, se encarga de cuantificar la cantidad total de las emisiones generadas de forma directa o indirecta, provenientes de las actividades o procesos de las empresas en un periodo de un año, esta cuantificación de emisiones debe estar expresada en toneladas de dióxido de carbono equivalente ( $tCO_2e$ ) por lo que, el cálculo de la huella de carbono de una empresa u organización, es equivalente a realizar el cálculo de la contribución de la empresa al carbono presente en la atmósfera y por lo tanto al cambio climático a nivel mundial.

El alcance de la huella de carbono evalúa 8 puntos de interés que son:

1. Contexto de la organización
2. Requerimientos legales en materia ambiental
3. Identificación de aspectos ambientales significativos
4. Entendimiento de principios de cuantificación a reportar
5. Delimitación de límites organizacionales
6. Delimitación de límites operacionales
7. Cálculo de emisiones
8. Mejora continua

El mantener la cuantificación y control de la cantidad de gases contaminantes emitidos puede considerarse como el primer paso a la atención de medidas de protección o mitigación al cambio climático, pues ser consciente y responsable de la cantidad de

gases de efecto invernadero emitidos nos lleva a concientizar la magnitud de los recursos consumidos y los riesgos que esto conlleva, pues el realizar una disminución de consumos es sinónimo de ahorros energéticos y económicos de una empresa.

### **Sistema de gestión ambiental:**

El sistema de gestión ambiental proviene de la norma ISO-14001:2015 y tiene como objetivo proporcionar a las empresas u organizaciones un panorama suficientemente amplio para desarrollar estrategias de protección de medio ambiente, logrando construir y mantener estrategias suficientes para que con ello se apoye a las estrategias internacionales de mitigación buscando mantener el equilibrio de las necesidades socioeconómicas.

Por lo cual los pilares principales de un sistema de gestión ambiental están basados en:

- Prevenir situaciones de riesgo para el medio ambiente
- Mitigar y reducir impactos ambientales
- Cumplimiento de la legislación ambiental

Para garantizar el éxito de un sistema de gestión ambiental es necesario contar con un fuerte compromiso de los colaboradores de la empresa u organización, liderando este compromiso con los altos mandos, esto buscando alinear la norma ISO-14001:2015 con el resto de las políticas establecidas por la empresa.

Otro punto importante es mantener estrategias PHVA que quiere decir:

- Planificar: establecer objetivos ambientales basadas en los procesos necesarios de acuerdo con la política ambiental de la empresa.
- Hacer: garantizar el cumplimiento de los procesos.
- Verificar: establecer el seguimiento oportuno del SGA para poder evaluar la política ambiental, incluyendo los compromisos, los objetivos ambientales y los criterios de operación.
- Actuar: toma de decisiones para ejecutar de forma oportuna el SGA.

En términos generales, un sistema de gestión ambiental es una herramienta fundamental que ayuda a que las organizaciones operen de forma sostenible y

responsable con el medio ambiente, buscando la sostenibilidad, para garantizarlo es importante definir roles y responsabilidades en materia ambiental, asegurando la capacitación correcta y oportuna de los empleados, siempre garantizando que la implementación de esta estrategia cubra las necesidades de la organización para abordar los desafíos ambientales en una organización logrando una reducción de costos y riesgos asociados.

### **NetZero:**

NetZero o Carbono neutro es un estado donde las empresas u organizaciones no emiten gases de efecto invernadero a la atmosfera, creando un balance entre las emisiones generadas y las compensaciones o secuestros de carbono, que en general son reducciones de emisiones para el cumplimiento de metas medioambientales.

Dichas estrategias de reducción deben estar encaminadas al cumplimiento de los acuerdos de París establecidos en 2015, para evitar el aumento de la temperatura global promedio en menos de 1.5 grados centígrados, por lo que, el incumplimiento de cualquier empresa en la adopción de medidas estratégicas desencadena en la inestabilidad de la cadena de suministro de recursos primarios o en las afectaciones medioambientales fuera de lo esperado, la importancia de la estrategia NetZero radica en la necesidad de reducir las emisiones de GEI para evitar los impactos catastróficos del cambio climático, como el aumento del nivel del mar, eventos climáticos extremos y la pérdida de biodiversidad. Para lograr este objetivo, se necesita una acción urgente y coordinada de todos los sectores de la economía, incluyendo el sector energético, transporte, agricultura y construcción.

Para la adopción de medidas estratégicas para el cumplimiento del NetZero, es importante haber realizado un inventario de emisiones o huella de carbono, pues detalla los límites o alcances permitidos por la empresa para poder actuar de forma pertinente.

De igual forma es importante destacar que, para la implementación de estrategias de NetZero es necesario realizar proyecciones o escenarios de emisiones con el fin de establecer diversas posibilidades variando el contexto de desarrollo, implementación, seguimiento, etc., las cuales puede generar múltiples beneficios, incluyendo la

reducción de energía, la mejora de la eficiencia operativa, el aumento de la resiliencia a los riesgos climáticos y la mejora de la reputación de la empresa.

En conclusión, la estrategia NetZero es una herramienta esencial para combatir el cambio climático y limitar el calentamiento global a niveles seguros. Al adoptar esta estrategia, las empresas y organizaciones pueden mejorar su desempeño ambiental, reducir los costos y riesgos asociados con el impacto ambiental, y contribuir a un futuro sostenible y resiliente para todos.

**Objetivo:**

Conocer y evaluar las condiciones medioambientales actuales, así como las estrategias adecuadas para la prevención, mitigación y compensación de los contaminantes, de igual forma se pretende dar un panorama lo suficientemente amplio para concientizar a las empresas u organizaciones para tomar acciones mediante la medición de sus impactos ambientales.

## **Descripción de la empresa:**

IPSSUM Carbon Services S.A de C.V es una firma especializada en la sustentabilidad que apoya a organizaciones públicas y privadas o grupos corporativos en temas relevantes para la protección del medio ambiente y el cambio climático, conformados por un equipo de expertos comprometidos por el cuidado del medioambiente.

La misión de IPSSUM Carbon Services es guiar a las organizaciones hacia prácticas más sustentables y lograr el reconocimiento de sus logros, fomentando valores como; confianza, transparencia, certeza profesionalismo para alcanzar la visión de ser la firma líder en la medición de los impactos ambientales organizacionales y en certificación de logros sustentables.

IPSSUM Carbon Services se especializa en el cálculo de Huella de Carbono para corporativos y eventos en México, medición de otros impactos ambientales generados por actividades empresariales y reportes al Registro Nacional de Emisiones.

Por los cuales se brindan soluciones ambientales desarrollando:

- Planes de gestión del carbono.
- Proyectos de eficiencia energética.
- Manejo de residuos.
- Compensación de emisiones.
- Indicadores ambientales.
- Estrategias verdes de marketing.
- Asesoría en organización de eventos sustentables.

Por lo que se busca mantener una estrategia medioambiental basada en el compromiso con el desarrollo sustentable, donde el cuidado del ambiente es fundamental, y como consecuencia, la búsqueda de la reducción la huella ambiental de nuestras operaciones en las comunidades en las que participa por medio de:

- Cumplimiento de la Política Ambiental.
- Fomentar una cultura en pro del medio Ambiente.
- Reducir la huella ambiental.

- Optimizar procesos.
- Cumplimiento del marco legal.

Dentro de IPSSUM el puesto de Consultora requiere la realización de diversas actividades enfocadas a las necesidades de cada cliente o empresa y a grandes rasgos son las siguientes:

- Huella de Carbono: identificación, cálculo, reporte y programas de reducción de emisiones.
- Desarrollo de Estrategias de Sostenibilidad y Net Zero.
- Desarrollo de estrategias y herramientas de análisis de datos.
- Reducción del impacto ambiental.
- Análisis de Datos para la Automatización de Procesos.
- Alineación de empresas a metodologías de sustentabilidad.

La participación de la consultoría ambiental en servicios como la medición de la huella de carbono, la implementación de sistemas de gestión ambiental y el desarrollo de estrategias de net-zero ofrece una serie de beneficios sustanciales a las empresas de ingeniería y, por extensión, al sector en su conjunto. Estos servicios permiten a las empresas comprender y abordar su impacto ambiental de manera integral, generando ventajas económicas, mejorando su imagen y contribuyendo a un futuro sostenible.

La ingeniería desempeña un papel fundamental en la mitigación del cambio climático, mediante la mejora de la eficiencia energética en sistemas mecánicos, la adopción de fuentes de energía renovable y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en la producción y procesos industriales, la ingeniería contribuye directamente a la reducción de impactos ambientales negativos.

La sustentabilidad beneficia al sector ingenieril de múltiples maneras, la búsqueda de soluciones sostenibles impulsa la innovación y el desarrollo tecnológico, lo que a su vez brinda ventajas competitivas a las empresas. Cumplir con normativas ambientales y enfocarse en la eficiencia en el uso de recursos no solo reduce el impacto ambiental, sino que también disminuye los costos operativos.

La adopción de prácticas sostenibles también crea oportunidades en nuevos mercados y mejora la reputación de las empresas, lo que es especialmente importante en un entorno empresarial cada vez más consciente de la responsabilidad social corporativa. Además, la consideración de la sustentabilidad en la ingeniería conduce a una colaboración multidisciplinaria más rica y al desarrollo de infraestructuras resilientes capaces de resistir los desafíos ambientales y sociales. La consultoría ambiental y la ingeniería, en conjunto, desempeñan un papel crucial en la transición hacia una economía más sostenible. Estos enfoques no solo reducen los impactos ambientales, sino que también generan beneficios económicos, mejoran la reputación empresarial y promueven la innovación en el sector. La sustentabilidad no solo es esencial para la salud del planeta, sino que también es una inversión inteligente para el futuro de la industria ingenieril.

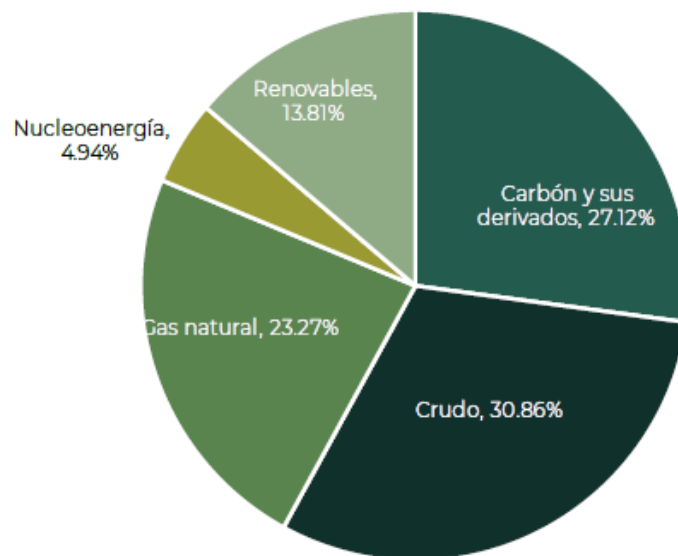


## Antecedentes

### Panorama energético mundial

Ante la creciente problemática mundial del calentamiento mundial, la búsqueda por la menor generación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) proveniente de fuentes fósiles han despertado el interés por el estudio de fuentes energéticas libres de emisiones.

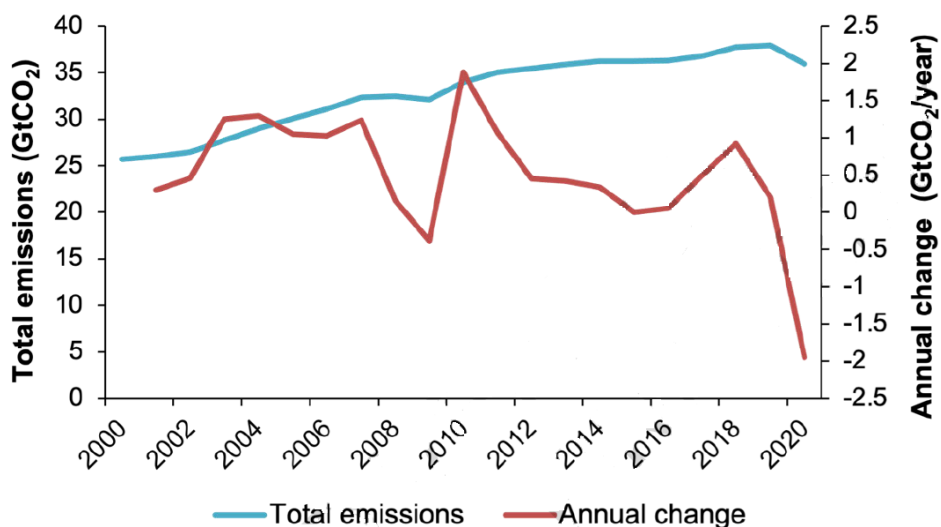
Con datos obtenidos del “World Energy Balances”, publicados por la Agencia Internacional de Energía, podemos demostrar que la producción energética mundial primaria ha ido en un constante aumento, con base en la gráfica 1, podemos destacar que países como China, Estados Unidos, Rusia, Arabia Saudita e India como mayores productores, dicha energía es producida de diversas fuentes.



Gráfica 1 Producción energética primaria 2020. Obtenida de: World Energy Balances, IEA, edición 2021.

Con lo anterior, es posible asegurar que la demanda energética mundial ha mantenido una tendencia al alza durante varios años y que seguirá está incrementando año con año, lo cual nos lleva a preocuparnos por la forma de obtención de esta energía, que mayormente es producto de los combustibles fósiles, por lo que el aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) también van en aumento.

Según el AR6 publicado por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) y con base en la gráfica 2, es notable la evolución del sistema energético mundial tiene una estrecha relación con factores físicos y sociales, por lo que, las etapas de extracción, transformación, transportación, transmisión y conversión energética son de gran importancia en la elección de la fuente de energía que se ocupara. Por lo cual la demanda energética y las emisiones generadas por dicha demanda van totalmente relacionadas con el desarrollo tecnológico y el nivel de infraestructura que la localidad mantiene.

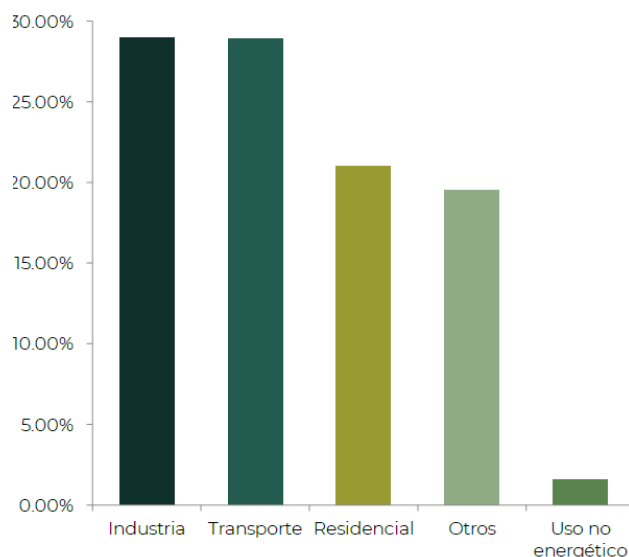


Gráfica 2 Emisiones de CO<sub>2</sub> de combustibles fósiles del sector energético mundial y cambio anual 2000-2019 (MtCO<sub>2</sub> año-1). Obtenida del Capítulo 6 del reporte AR6 publicado por el IPCC

También es importante destacar que existen tendencias y desarrollos del sistema de energía, por lo cual el aumento de las emisiones del sector energético global

continúan creciendo, pero por lo cual se puede asegurar que el sistema energético global tiene una amplia responsabilidad con las emisiones de gases de efecto invernadero y el calentamiento global, debido a que, según el "World Energy Outlook 2021" el sector energético es responsable de casi las tres cuartas partes de las emisiones totales (a nivel global) que han ocasionado el aumento en la temperatura media promedio, en 1,1 °C desde la era preindustrial, causando impactos climáticos altamente visibles. De igual forma las tendencias actuales de las emisiones del sector energético, si continúan, no limitarán el cambio de temperatura global a por debajo de 2°C. Por medio de datos históricos, se puede observar que el mercado energético está mayormente orientado a la parte eléctrica, que busca ser más eficiente, tener mayor capacidad de interconexión y ser generado de forma limpia, por lo cual se debe buscar acción política e innovación tecnológica, he impulsar costos más bajos.

Para desarrollar estrategias de eficiencia energética es necesario conocer las fuentes de consumo, para ello el "World Energy Balance" se ha encargado de estudiar y analizar el consumo energético por sectores, el cual queda representado en la gráfica 3.



Gráfica 3 Consumo total mundial de la energía por sector en 2019, Obtenida del Balance Nacional de energía 2020, SENER

Como es evidente el sector industrial consume una gran parte de la energía producida a nivel mundial, por lo cual toda la rama ingenieril mantiene una alta responsabilidad

por buscar estrategias de ahorros energéticos y económicos en los procesos que sean responsables, pero también en aplicar los conocimientos adecuados para la implementación de otras fuentes de energía, que nos lleva a considerar las fuentes renovables, lo cual nos lleva a analizar la posibilidad de aprovechar la energía solar y eólica, para satisfacer una gran parte de la demanda energética global, esta opción implica un enorme trabajo para la energía eléctrica limpia, ya que se ve traducido en duplicar el despliegue de energía solar fotovoltaica y eólica actual; que de igual forma se vería reflejado en una generación de bajas emisiones, con una enorme construcción de infraestructura eléctrica y formas de flexibilidad del sistema<sup>2</sup>.

Cualquier análisis de posibilidades de extracción y transformación de la energía siempre nos llevara a evaluar a el uso eficiente de la energía, con ayuda de la eficiencia de los materiales y el cambio de comportamiento humano, que debe reformular la conciencia ambiental.

Finalmente, es importante destacar que para una correcta y eficiente transición energética es necesario generar un nivel alto de confianza con los usuarios finales, por lo que el gobierno, las empresas y las grandes industrias también deberán adoptar las medidas de eficiencia pertinentes para poder implementarlas de forma correcta, pero esta responsabilidad también debe adoptarse desde los usuarios para lograr un punto clave de la ampliación de los mercados energéticos basados en energías limpias, en el AR6 publicado por el IPCC, se destaca que el uso de fuentes de energía pueden producir y utilizar su propia energía renovable (por ejemplo, instalar energía solar fotovoltaica, calentadores de agua solares, bombas de calor), comprar acciones en un proyecto de energía renovable (por ejemplo, acciones eólicas), o seleccionar un proveedor de energía renovable, destacando que la adopción de tecnologías flexibles en el uso de la energía ayudan a equilibrar la demanda y la oferta de energía renovable, lo cual deriva en la reducción de la necesidad de utilizar combustibles fósiles para satisfacer la demanda cuando la producción de energía renovable es baja ejerciendo menos presión sobre las nuevas fuentes de energía.

Es importante resaltar y recordar que el aumento de la demanda energética a nivel mundial va a estar altamente relacionado con el crecimiento poblacional que se tenga, ya que se requiere una mayor urbanización y un amplio desarrollo económico, por lo cual se va buscar la obtención de energía de forma rápida y a un bajo costo, por lo cual, para lograr la mitigación eficiente del cambio climático es esencial contar con

---

<sup>2</sup> IEA (2021), World Energy Balances: Overview, IEA

estrategias energéticas que busquen una obtención por medio de fuentes limpias, sin embargo esta transición energética enfrenta varios desafíos derivados de la falta de inversión, infraestructura adecuada y una falta de regulación.

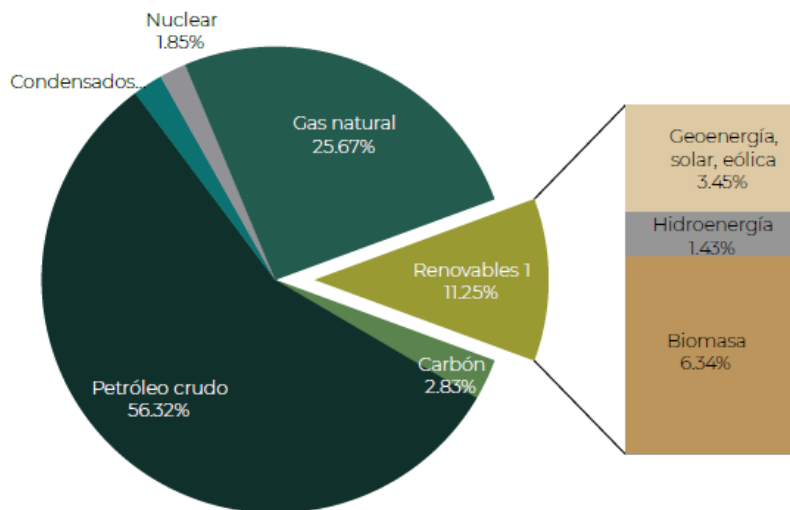
Es importante que los países y las empresas de todo el mundo tomen medidas concretas para reducir las emisiones de GEI y acelerar la transición hacia un panorama energético más sostenible. Esto puede incluir la implementación de políticas y regulaciones que fomenten el uso de energías renovables, la mejora de la eficiencia energética, la inversión en investigación y desarrollo de tecnologías limpias, y la promoción de la conciencia y la participación pública en la mitigación del cambio climático.

En resumen, el panorama energético mundial está estrechamente vinculado al cambio climático debido a las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la producción y consumo de energía a partir de combustibles fósiles. La transición hacia fuentes de energía más limpias y renovables es crucial para abordar el cambio climático y proteger nuestro planeta para las generaciones futuras.

### **Panorama energético en México.**

Por medio del Balance nacional de energía presentado por la Secretaría Nacional de Energía (SENER) podemos obtener la información de producción, comercialización y uso de la energía en México por medio de los indicadores utilizados para la política energética nacional, conforme a la Ley de Planeación (2018) y la Ley de Transición Energética (2015), así como en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 y los programas derivados del sector, de la actual Administración Federal, con la finalidad de lograr la autonomía energética nacional.

En el caso de México, no tenemos un panorama energético muy distinto a lo presentado a nivel mundial, pues como se observa en la gráfica 4, es fácil observar que México mantiene la misma tendencia de producción energética:

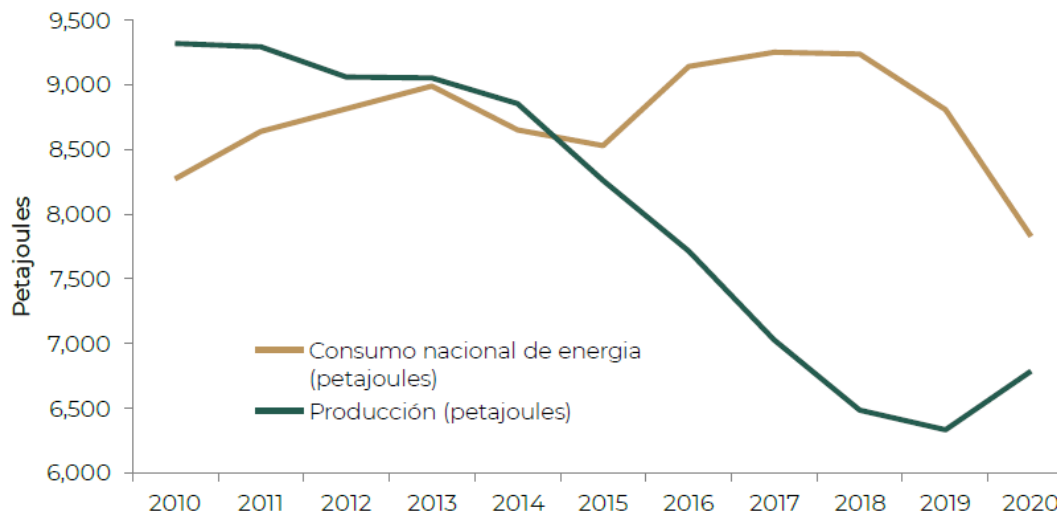


Gráfica 4 Estructura de la producción de energía primaria [Petajoules]. Obtenida de: Balance nacional de energía 2020, SENER

Como se observa, para satisfacer la demanda energética nacional se buscan diversas fuentes de generación, donde menos del 12% de la energía que se produce es por medio de fuentes renovables, lo cual puede indicar una ineficiencia energética debida al potencial de desarrollo con el que cuenta el territorio nacional, como son las costas del golfo de México en producción eólica, el amplio territorio volcánico para la producción de energía geotermal, y evidentemente con mayor punto de interés en este trabajo tendríamos la energía solar donde la zona noroeste tiene las condiciones geográficas para solventar una gran parte de la demanda energética.

Considerando que, en 2020, el panorama energético nacional y mundial se vio afectado por la crisis generada por la pandemia de SARS-CoV-2, podemos observar el cambio de producción, comercio exterior y consumo de la energía en nuestro país, de acuerdo con los indicadores nacionales la evaluación del panorama energético nacional comprende:

- Independencia energética:  
Según los datos obtenidos por el Balance Nacional de Energía 2020, el consumo superó un 15.36% a la energía primaria producida, lo cual puede relacionarse con el confinamiento derivado de la pandemia, en la gráfica 5 puede destacarse el comportamiento de la producción y consumo de la energía en México.



Gráfica 5 Evolución de la producción y el consumo nacional de energía, Obtenida del Balance Nacional de Energía 2020, por medio de la información energética generada por la SENER

Nuevamente con ayuda de la gráfica 5, podemos destacar la amplia brecha entre la producción y los requerimientos presentes en nuestro país, pues es evidente que existe un periodo de 2014 a 2018 donde la caída de producción cae y la demanda sube, lo cual podría ser señalado como una total dependencia, actualmente podemos ver como datos previos al confinamiento, la demanda de energía iba en decremento y la capacidad de producir la energía iba creciendo.

- Intensidad energética:

Para este caso es necesario conocer datos económicos y sociales como es el producto interno bruto, que puede ser interpretado como a medida estándar del valor agregado creado mediante la producción de bienes y servicios en un país durante un periodo determinado. Este indicador también mide los ingresos obtenidos de dicha producción, o la cantidad total gastada en bienes y

servicios<sup>3</sup>, este dato es una de las variables más relevantes debido a su alta sensibilidad al cambio pues el PIB puede ir cambiando, pero una desaceleración en la economía nacional solo afectaría la relación de estos indicadores, pues las centrales energéticas o plantas de producción deben mantenerse en funcionamiento constante y aunque existan cambios económicos la producción energética no para y de hacerlo podría llegar a afectar aún más.

Estos dos importantes indicadores nos brindan un panorama en el cual es destacable decir que aún hay desafíos por enfrentar, buscando que México no sea uno de los países con mayores emisiones de gases de efecto invernadero en América Latina, ya que representa una amenaza para nuestro medio ambiente y nuestra salud. Por esta razón, es fundamental seguir trabajando en políticas y estrategias que promuevan una transición hacia fuentes de energía más limpias y renovables, y fomentar una cultura de eficiencia energética en todos los sectores de la sociedad.

México ha avanzado en la dirección correcta en cuanto a la independencia y eficiencia energética se refiere. Sin embargo, aún hay mucho trabajo por hacer para garantizar un futuro energético sostenible y limpio para todos los mexicanos. Debemos seguir trabajando juntos como sociedad, industria y gobierno para lograr nuestros objetivos de una manera responsable y sostenible, lo cual nos lleva a analizar el porcentaje de participación de las energías limpias en la matriz de generación energética.

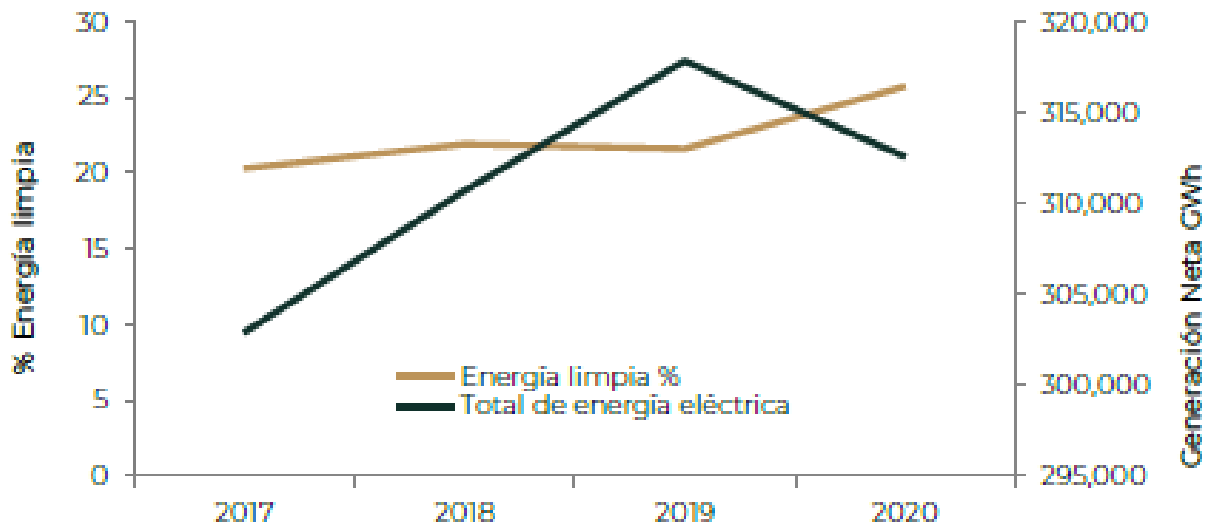
- Porcentaje de participación de las Energías Limpias en la matriz de generación de energía eléctrica:

Para el caso de México es interesante hablar sobre el potencial que se puede desarrollar en por medio de recursos renovables, pero durante los últimos años diversos métodos como eólica-eléctrica, Fotovoltaica-Solar, Bioenergía, han logrado destacar. Durante el 2020, en la gráfica 6 podemos comparar el porcentaje de participación de las Energías Limpias en la matriz de generación de energía eléctrica tuvo un incremento de 18.81% para colocarse en 25.64%. El aumento en el uso de Energías Limpias en México ha continuado a pesar de la crisis presentada por la pandemia de COVID-19.

---

<sup>3</sup> Según La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en <https://www.oecd.org/espanol/estadisticas/pib-espanol.htm>





Gráfica 6 Porcentaje de participación de las energías limpias en la matriz de generación de energía eléctrica, Obtenida del Balance Nacional de Energía 2020, por medio de la información energética generada por la CENACE.

De acuerdo con la información presentada por el Balance Nacional de energía, En el 2020, el 33.69% de la generación bruta de energía eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y PEMEX provino de fuentes de Energías Limpias<sup>4</sup>, mientras que organismos del sector privado reportaron 17.45% de generación por Energías Limpias. Es decir, al comparar el desempeño de generación eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad con el de organismos privados podríamos asegurar que es un 51.79% superior<sup>5</sup>

A pesar de los avances, aún hay desafíos por enfrentar en cuanto al uso de energías limpias tanto en el sector público como en el sector privado. En particular, es importante seguir trabajando juntos para mejorar la infraestructura y la red eléctrica para permitir una mayor integración de energías renovables en el sistema energético nacional, podemos decir que tanto el sector público como el sector privado en México han avanzado en el desarrollo y uso de energías limpias en los últimos años. Es importante seguir trabajando juntos para seguir fomentando la inversión en proyectos

<sup>4</sup> Balance Nacional de Energía 2020, Subsecretaría de Planeación y Transición Energética Dirección General de Planeación e Información Energéticas México, 2021, SENER.

<sup>5</sup> Valores correspondientes de enero a diciembre del 2020, Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2021-2035 (PRODESEN).

de energías renovables y promover una cultura de eficiencia energética en todos los sectores de la sociedad.

## **Calentamiento global**

Según la ONU, el cambio climático, se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables<sup>6</sup>.

Durante las últimas décadas, el aumento en la temperatura media mundial ha llamado la atención de grupos de la comunidad científica-ingenieril, provocando que se nombre a este fenómeno "calentamiento global", este fenómeno ha llamado la atención debido a sus graves consecuencias en el medio ambiente y en la vida de las personas. El aumento de las temperaturas promedio en la Tierra, son causadas principalmente por las actividades antropogénicas relacionadas con la quema de combustibles fósiles como el petróleo, el carbón y el gas, pero también se consideran algunas actividades naturales como la variación en la actividad solar o las erupciones volcánicas de gran magnitud, este conjunto de factores ha desencadenado una serie de efectos negativos que impiden la dispersión de los gases de efecto invernadero en la tierra, lo cual requiere una atención urgente y acciones concretas para su mitigación.

Las causas del calentamiento mundial son diversas, pero una de las principales es la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), resultado de la quema de combustibles fósiles en la producción de energía, transporte, industria y deforestación. Estas emisiones atrapan el calor en la atmósfera, provocando un aumento en la temperatura promedio de la Tierra, lo que tiene múltiples efectos en el medio ambiente y en la vida de las personas.

Dentro de los efectos más alarmantes y evidentes del calentamiento mundial destaca el aumento de las temperaturas promedio en todo el planeta, ya que se han mantenido registros donde las temperaturas globales han aumentado aproximadamente 1°C, desde finales del siglo XIX y podrían seguir en aumento si no

---

<sup>6</sup> CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO, ONU.

se toman acciones adecuadas, algunas de las consecuencias son; el derretimiento de los glaciares y las capas de hielo en los polos, lo que contribuye al aumento del nivel del mar. Esto a su vez provoca inundaciones costeras, erosión de las costas y la pérdida de hábitats naturales, lo que afecta la biodiversidad y a las comunidades humanas que dependen de estos ecosistemas, también existen formas de visibilizar los efectos negativos en los patrones climáticos, en general podemos destacar el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos como huracanes, sequías, inundaciones y olas de calor, en general la frecuencia e intensidad tiene un impacto directo en la agricultura, la seguridad alimentaria, la salud y la economía en general, afectando a comunidades enteras y agravando la pobreza en algunas regiones del mundo.

Siguiendo con los efectos negativos del aumento en la temperatura, es de suma importancia destacar las alteraciones que sufren los ecosistemas y la biodiversidad, demasiadas especies enfrentan desafíos para adaptarse a los cambios en su entorno, lo que termina en la pérdida de hábitats naturales, la migración y la extinción de especies. Esto no solo tiene un impacto negativo en la biodiversidad en sí misma, sino también en la función de los ecosistemas, derivando en la falta de polinización de cultivos, la purificación del agua y la protección contra inundaciones.

Según los últimos informes presentados por la ONU, los científicos e ingenieros expertos en materia, han destacado la importancia de que la temperatura global no incremente más de 1.5°C, con la finalidad de mantener las condiciones climáticas suficientemente estables para vivir, pero la evaluación de las políticas ambientales actuales nos indican que muy probablemente el aumento en la temperatura media global podría alcanzar un aumento de 2.8°C a finales de siglo, destacando que a pesar de que las emisiones son generadas por todo el mundo y de igual forma repercuten en todas partes del mundo, existen países como China, Estados Unidos e India que encabezan el listado de los países de mayores emisiones por lo cual son los países de mayor interés para crear y desarrollar medidas de mitigación del cambio climático.

## **Acuerdos internacionales en la historia:**

Existen muchas iniciativas y propuestas para enfrentar al cambio climático las cuales aportan beneficios económicos, como los planteados en la agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible, donde existen tres grandes grupos de interés para la acción que son:

1. La reducción de emisiones
2. La adaptación a impactos climáticos
3. El financiamiento a los ajustes necesarios

Por lo cual es importante destacar y señalar que la transición energética de los combustibles fósiles a energías renovables tales como la solar, la eólica, entre otras.

Por lo que diversos países han generado interés en temas medioambientales, lo cual ha derivado en la implementación de diversos acuerdos donde existe una participación considerable de las naciones, estos acuerdos son:

- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC): Adoptada en 1992 en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, Brasil, que busca establecer los principios y los objetivos para la acción global frente al cambio climático, destacando la cooperación internacional, la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, la adaptación al cambio climático y la financiación de acciones climáticas en países en desarrollo, que según dato de la Naciones Unidas para el cambio climático se puede considerar una membresía universal, donde colaboran más de 197 países.

Uno de los puntos más destacables de esta convención, es el reconocimiento del problema a nivel mundial, dejando atrás el Protocolo de Montreal en 1987 y con ello la incertidumbre científica ante el deterioro medioambiental, estableciendo objetivos, donde los países con mayor capacidad industrial deberían ser los líderes en la transición energética, estableciendo una gestión económica por medio del fondo para el medio ambiente donde destaca que los países con mayor capacidad industrial acuerda compartir las nuevas tecnologías con las naciones menos avanzadas.

- **Protocolo de Kioto:** Adoptado en 1997 como un anexo de la CMNUCC, fue el primer acuerdo legalmente vinculante que estableció compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para los países industrializados, solicitando la adopción de medidas y políticas ambientales destacando la responsabilidad e importancia con los países de mayor capacidad industrial pues se reconoce que gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero son responsabilidad de ellos, en el anexo B del protocolo de Kioto se establecen los objetivos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para 36 países industrializados y la Unión Europea, con lo cual se esperaba una reducción de las emisiones mundiales del 5 % en comparación con los niveles de 1990, por lo que en el quinquenio 2008-2012 se establece el primer período de compromiso.
- **Acuerdos de París:** Adoptado en 2015 en la COP21 de la CMNUCC en París, Francia, busca limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2 grados centígrados con respecto a los niveles preindustriales y tomar medidas para limitar el aumento a 1.5 grados Celsius. Establece compromisos de mitigación y adaptación al cambio climático, así como mecanismos de financiación, tecnología y transparencia. Es el acuerdo climático más amplio y ambicioso hasta la fecha, basada en un análisis científico, funcionando en un ciclo de cinco años, donde las medidas climáticas, considerando aspectos como finanzas, tecnologías, fomento de la capacidad.  
El avance de estas medidas de mitigación ha reflejado una baja de emisiones mundiales de carbono y una incorporación a los nuevos mercados, acercándose cada vez más a la neutralidad del carbono en la atmosfera, incorporando a especial al sector económico donde destaca el sector energético y de transporte, esperando que para 2030 las soluciones de NetZero estén totalmente activas en la mayoría de las industrias dando como resultado la disminución del 70% de emisiones mundiales.
- **Acuerdo de Marrakech:** Adoptado en 2016 en la COP22 de la CMNUCC en Marrakech, Marruecos, establece un marco de implementación del Acuerdo de París, incluyendo la definición de reglas y procedimientos para su aplicación, así como la promoción de la cooperación internacional y la movilización de recursos financieros.

- Acuerdo de Doha: Adoptado en 2012 como una enmienda al Protocolo de Kioto, establece un segundo período de compromiso para los países que siguen siendo parte del Protocolo de Kioto, con nuevos objetivos de reducción de emisiones para el período 2013-2020, donde se incorporan:
  - Nuevas responsabilidades para los países del Anexo I del Protocolo de Kioto que acordaron asumir compromisos en un segundo período, que abarcó desde el 1 de enero de 2013 hasta el 31 de diciembre de 2020.
  - Una lista actualizada de los gases de efecto invernadero (GEI) sobre los cuales las partes deben informar durante el segundo período de compromiso.
  - Modificaciones a varios artículos del Protocolo de Kioto que se referían específicamente a cuestiones relacionadas con el primer período de compromiso y que necesitaban ser actualizadas para el segundo período.

El 21 de diciembre de 2012, el Secretario General de las Naciones Unidas, en su función de depositario, distribuyó la enmienda a todas las partes involucradas en el Protocolo de Kioto, en cumplimiento de los artículos 20 y 21 del mismo. Durante el primer período de compromiso, 37 países industrializados y la Comunidad Europea se comprometieron a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un promedio del 5 % en comparación con los niveles de 1990. Para el segundo período de compromiso, las partes acordaron reducir las emisiones de GEI en al menos un 18% en relación con los niveles de 1990, durante un período de ocho años que abarcó desde 2013 hasta 2020. Sin embargo, la composición de las partes involucradas en el segundo período de compromiso difiere de la del primero.

- Acuerdo de Cancún: Adoptado en 2010 en la COP16 de la CMNUCC en Cancún, México, establece una serie de decisiones para fortalecer la acción internacional contra el cambio climático, incluyendo la creación del Fondo Verde para el Clima.
- Acuerdo de Copenhague: Adoptado en 2009 en la COP15 de la CMNUCC en Copenhague, Dinamarca, aunque no fue legalmente vinculante, sentó las bases para futuras negociaciones y estableció el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a 2 grados Celsius.

Estos son algunos de los acuerdos internacionales más destacados relacionados con el cambio climático. Es importante tener en cuenta que la implementación y

cumplimiento de estos acuerdos varían entre los países y que aún se requiere una acción global más ambiciosa y coordinada para hacer frente al desafío del cambio climático, logrando alcanzar la meta de cero emisiones para 2050, es importante destacar de que antes de 2030 deben reducirse a la mitad el total de las emisiones generadas a nivel mundial, con ello se asegurará mantener el calentamiento global por debajo de 1.5°C.

## **Definición del problema o contexto de la participación profesional**

El cambio climático ha representado una serie de desafíos y problemas para los ingenieros en diferentes áreas y sectores. Algunas de las principales problemáticas a las que se enfrentan los ingenieros en relación con el cambio climático incluyen:

- **Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero:** Los ingenieros tienen la responsabilidad de desarrollar soluciones y tecnologías para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, que son la principal causa del cambio climático. Esto implica el diseño, implementación y mantenimiento de sistemas de energía más limpios y sostenibles, así como la adopción de prácticas de producción y consumo más responsables desde el punto de vista ambiental.
- **Adaptación al cambio climático:** Los ingenieros deben abordar el diseño y construcción de infraestructuras resistentes al clima, que puedan soportar eventos climáticos extremos, como inundaciones, sequías, tormentas más intensas, entre otros. Esto implica el desarrollo de soluciones de infraestructura y diseño urbano que sean resistentes y sostenibles, y que puedan hacer frente a los efectos del cambio climático en el largo plazo.
- **Gestión del agua y recursos naturales:** El cambio climático tiene un impacto directo en la disponibilidad y calidad del agua y otros recursos naturales, lo que requiere que los ingenieros desarrollen soluciones para la gestión sostenible del agua, la protección de ecosistemas naturales y la conservación de recursos naturales en general.
- **Innovación tecnológica:** Los ingenieros deben estar a la vanguardia de la innovación tecnológica en áreas como energías renovables, almacenamiento de energía, movilidad sostenible, eficiencia energética, entre otros, para desarrollar soluciones más limpias y sostenibles que ayuden a mitigar el cambio climático y reducir la dependencia de los combustibles fósiles.



- Educación y concientización: Los ingenieros también enfrentan el desafío de educar y concienciar a la sociedad sobre la importancia del cambio climático y la necesidad de adoptar medidas para enfrentarlo. Esto implica la divulgación de información precisa y actualizada sobre los efectos del cambio climático y la promoción de prácticas más sostenibles en la sociedad.
- Normativas y regulaciones: Los ingenieros también deben estar al tanto de las normativas y regulaciones relacionadas con el cambio climático, tanto a nivel local como internacional, y asegurarse de cumplir con ellas en sus proyectos y actividades profesionales.

En general, los ingenieros enfrentan el desafío de desarrollar soluciones técnicas y tecnológicas sostenibles que contribuyan a mitigar y adaptarse al cambio climático, así como promover una conciencia ambiental y una toma de decisiones responsable en el contexto del cambio climático.

## Contexto social-ingenieril

Como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, el cambio climático es un problema complejo que requiere de soluciones integrales y multidisciplinarias, por lo que Los ingenieros de cualquier especialidad tienen un papel importante en el abordaje del cambio climático ya que pueden aplicar sus conocimientos y habilidades para desarrollar soluciones tecnológicas y diseñar infraestructuras y sistemas más sostenibles y eficientes.

A grandes rasgos los ingenieros destacan en campos como:

- Energías renovables: los ingenieros pueden diseñar y desarrollar sistemas de energía renovable, como paneles solares, turbinas eólicas, plantas de energía geotérmica, entre otros.
- Eficiencia energética: los ingenieros pueden desarrollar tecnologías y sistemas más eficientes en el uso de energía, como sistemas de iluminación y refrigeración eficientes, edificios inteligentes, entre otros.
- Transporte sostenible: los ingenieros pueden trabajar en el desarrollo de sistemas de transporte más sostenibles, como vehículos eléctricos, sistemas de transporte público eficientes y la infraestructura necesaria para apoyarlos.
- Gestión de residuos: los ingenieros pueden trabajar en el desarrollo de tecnologías y sistemas de gestión de residuos más sostenibles, como la recuperación de energía a partir de residuos, la reducción de la cantidad de residuos generados y la gestión adecuada de los residuos peligrosos.

En general, los ingenieros pueden aplicar los conocimientos y habilidades para encontrar soluciones innovadoras y sostenibles para los desafíos que plantea el cambio climático. También pueden trabajar en equipo con otros profesionales, como científicos ambientales, economistas y planificadores urbanos, para encontrar soluciones integrales y efectivas.

Limitando el campo de aplicación a los ingenieros mecánicos pueden contribuir a la creación de estrategias de cambio climático de diversas formas.

Ya que recordando que el campo energético representa un amplio conocimiento del ingeniero mecánico por lo que el desarrollo del diseño y optimización de sistemas de climatización, calefacción y refrigeración en edificios y plantas industriales para reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero son campos de aplicación del conocimiento, de igual forma un ingeniero mecánico puede trabajar en el diseño y desarrollo de sistemas de energía renovable, como turbinas eólicas,

paneles solares, y sistemas de energía geotérmica, aplicando las tecnologías limpias, incluyendo tecnologías de captura y almacenamiento de carbono y procesos industriales más eficientes y menos contaminantes.

En resumen, los ingenieros mecánicos pueden aplicar su conocimiento y habilidades en diversas áreas para desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles para los desafíos que plantea el cambio climático. También pueden trabajar en equipo con otros profesionales, como científicos ambientales, economistas y planificadores urbanos, para encontrar soluciones integrales y efectivas.

## **Metodología utilizada**

### **Huella de carbono**

El cálculo del inventario de gases con efecto invernadero (GEI) para las actividades realizadas por la empresa u organización solicitante durante un año definido, se realiza con ayuda de la metodología propuesta por el “Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte” del Greenhouse Gases (GHG) Protocol, el World Resources Institute (WRI) y World Business Council for Sustainable Development (WBCSD); que satisface los requisitos de la Norma internacional ISO 14064-1:2006 y la norma nacional NMX-SAA-14064, buscando el cumplimiento especificado por el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones (RENE).

Desde el 6 de junio de 2012 se encuentra en vigor la Ley General de Cambio Climático (LGCC) y le otorgó a nuestro país el título de ser el primer país en desarrollo en contar con esta ley en materia, creando los instrumentos de políticas públicas, tales como el Registro Nacional de Emisiones (RENE) y los reglamentos adecuados y oportunos que son los encargados en definir los aspectos técnicos tales como acuerdos, valores necesarios en el cálculo como el potencial de calentamiento global, etc.

Dentro de los sectores energéticos, industriales, transporte, agropecuario, residuos, comercio y de servicios existen sujetos obligados a reportar obligatoriamente sus emisiones directas e indirectas (alcance 1, 2 y 3) generados por todas sus instalaciones siempre y cuando excedan las 25,000 tCO<sub>2</sub>e, los gases a reportar son:

- Dióxido de carbono.
- Metano.
- Óxido nitroso.
- Carbono negro u hollín.
- Gases fluorados (hexafluoruro de azufre, tricloruro de nitrógeno).
- Éteres halogenados (halocarbonos, mezclas de estos gases y otros).
- Gases identificados por el IPCC y designados por la SEMARNAT.

Para la realización del cálculo de la huella de carbono se consideran diversos valores como:

- Factor de emisión
- Poder calorífico
- Barril equivalente de petróleo

De igual forma es importante destacar que la determinación de los límites de la medición de la huella de carbono dentro de una organización puede estar dividido en:

- Límites organizaciones: Están delimitados por el enfoque de participación accionaria o bajo el control total de la organización, de igual forma se pueden considerar el control financiero, pero únicamente si este control brinda la pauta para tomar decisiones. Esto implica definir qué instalaciones, sucursales, filiales u otros componentes de la organización se tendrán en cuenta al medir la huella de carbono. Los límites organizacionales pueden basarse en la propiedad (por ejemplo, instalaciones de propiedad total o parcial), el control operativo (por ejemplo, instalaciones bajo el control directo de la organización) o cualquier otro criterio relevante.
- Límites operacionales: Los límites operacionales de la huella de carbono se refieren a las fuentes y actividades específicas dentro de los límites organizacionales que se incluyen en el cálculo de emisiones. Esto implica identificar las categorías de fuentes de emisiones, como el consumo de energía, el transporte, los procesos industriales, la generación de residuos, entre otros. Además, se deben considerar las emisiones directas e indirectas asociadas con las actividades operativas, como las emisiones de la quema de combustibles fósiles o las emisiones incorporadas en los productos adquiridos o consumidos por la organización. Los límites operacionales también pueden incluir metas y objetivos de reducción de emisiones en áreas específicas de la operación.

Al definir los límites organizacionales y operacionales de la huella de carbono, es importante considerar la precisión, la relevancia y la coherencia de los datos recopilados. Esto implica establecer protocolos de medición y seguimiento estandarizados, así como definir criterios claros para incluir o excluir determinadas fuentes o actividades. Además, se debe tener en cuenta la divulgación transparente

de los límites establecidos y los métodos utilizados para calcular la huella de carbono de la organización.

Por lo que la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los reportes realizado por IPSSUM Carbon Services es realizado bajo el "GHG Protocol" donde se consideraron los alcances establecidos y las fuentes de emisión de cada uno de ellos:

- **Alcance 1:** emisiones directas generadas por la combustión fija o móvil.

Para el cálculo de estas emisiones se han aplicado los factores de emisión establecidos por el "Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero DOF 2015".

Para este alcance generalmente se consideran los consumos de los siguientes combustibles:

- Gas natural.
- Gas LP.
- Diésel.
- Gasolina.

Y el método utilizado para el cálculo total de emisiones de dióxido de carbono equivalente es el siguiente:

$$ECO_2 = \sum VC_i \cdot FE_{CO_2} \cdot PC_i \cdot BL$$

*Ecuación 1 Cálculo de emisiones de dióxido de carbono producto de la combustión.*

$$ECH_4 = \sum VC_i \cdot FE_{CH_4} \cdot PC_i \cdot BL$$

*Ecuación 2 Cálculo de emisiones de metano producto de la combustión.*

$$EN_2O = \sum VC_i \cdot FE_{N_2O} \cdot PC_i \cdot BL$$

*Ecuación 3 Calculo de emisiones de óxido nitroso producto de la combustión.*

$$ECO_2e = ECO_2 \cdot PCG_{CO_2} + ECH_4 \cdot PCG_{CH_4} + EN_2O \cdot PCG_{N_2O}$$

*Ecuación 4 Calculo de emisiones equivalentes producto de la combustión expresadas en dióxido de carbono equivalente*

Donde:

$ECO_2$  =Emisiones en Dióxido de Carbono.

$ECH_4$  = Emisiones en Metano.

$EN_2O$ = Emisiones en Óxido Nitroso.

$VC_i$  =Cantidad o Volumen de consumo de Combustible.

Donde; i puede ser; Gas Natural, Gas LP, Gasolina o Diésel.

$PC_i$  =Poder Calorífico del Combustible.

Donde; i puede ser; Gas Natural, Gas LP, Gasolina o Diésel.

$FE_{CO_2}$  =Factor de Emisión de Dióxido de Carbono por combustible i

Expresado en toneladas o kilogramos de  $CO_2$  / Mega Joule

$FE_{CH_4}$  =Factor de Emisión de Metano por combustible i

Expresado en kilogramos de  $CH_4$  / MegaJoule

$FE_{N_2O}$  =Factor de Emisión de Óxido Nitroso por combustible i

Expresado en kilogramos de  $NO_2$  / MegaJoule

$BL$  =Barril equivalente de petróleo, equivale a 158.98 litros/BL

$PCG_{CO_2}$  = Potencial de Calentamiento Global de Dióxido de Carbono

$PCG_{CH_4}$  = Potencial de Calentamiento Global de Metano

$PCG_{N_2O}$  = Potencial de Calentamiento Global de Óxido Nitroso

$ECO_2e$ = Emisiones en Dióxido de Carbono equivalente

- **Alcance 2:** emisiones indirectas generadas por la producción de energía eléctrica que es consumida por la empresa u organización, en general se pueden tener dos o más suministradores como:

- Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- Cogeneración de un PPA.

Y el método utilizado para el cálculo total de emisiones de dióxido de carbono equivalente es el siguiente:

$$ECO_2e = FE \cdot kWh_{consumidos}.$$

*Ecuación 5 Cálculo de emisiones equivalentes provenientes del consumo eléctrico, expresadas en dióxido de carbono equivalente.*

Donde:

$ECO_2e$  = Emisiones en Dióxido de Carbono equivalente

$FE$  =Factor de emisión publicado por la comisión reguladora de energía (CRE) para el año 2022 se considera el factor  $0.435 \text{ tCO}_2e/MWh$

Para el caso de México el factor de emisión esta expresado en toneladas de dióxido de carbono equivalente por cada MegaWatt-hora generado por las centrales de la comisión federal de electricidad y dicho factor es proveniente del sistema eléctrico nacional (SEN), es importante destacar que debe ser aplicado a todos aquellos sectores que deban reportar obligatoriamente las emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero por consumo energético eléctrico de la comisión federal de electricidad (CFE).

La generación de la energía eléctrica se obtiene a partir de la energía bruta anual reportada por las centrales eléctricas, estas centrales obtienen la energía por medio de combustibles fósiles, centrales hidroeléctricas, geotérmicas, eólicas, fotovoltaicas y nucleoelectrica.<sup>7</sup>

El valor de este factor de emisión va cambiando año con año y a continuación se muestra una lista de los últimos valores en los años<sup>8</sup>:

<sup>7</sup> Información obtenida de la Guía para determinar el factor de emisión de bióxido de carbono equivalente para el sistema eléctrico nacional (GUÍA CFE SPA00-63)

<sup>8</sup> Valores obtenidos del Registro Nacional de Emisiones (RENE)



Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<i>tCO<sub>2</sub>e por kWh</i>	0.000582	0.000527	0.000505	0.000494	0.000423	0.000435

- **Alcance 3:** emisiones indirectas generadas por la adquisición de bienes y servicios adquiridos por la empresa u organización.

Generalmente se cuantifican:

- Viajes de negocio en avión:

Y el método utilizado para el cálculo total de emisiones de dióxido de carbono equivalente es el siguiente:

$$ECO_2 = \sum VC_i \cdot FE_{CO_2} \cdot PC_i \cdot BL.$$

*Ecuación 6 Cálculo de emisiones de dióxido de carbono producto de la adquisición de bienes y servicios.*

$$ECH_4 = \sum VC_i \cdot FE_{CH_4} \cdot PC_i \cdot BL.$$

*Ecuación 7 Cálculo de emisiones de metano producto de la adquisición de bienes y servicios.*

$$EN_2O = \sum VC_i \cdot FE_{N_2O} \cdot PC_i \cdot BL.$$

*Ecuación 8 Cálculo de emisiones de óxido nitroso producto de la adquisición de bienes y servicios.*

$$ECO_2e = ECO_2 \cdot PCG_{CO_2} + ECH_4 \cdot PCG_{CH_4} + EN_2O \cdot PCG_{N_2O}$$

*Ecuación 9 Cálculo de emisiones equivalentes producto de la adquisición de bienes y servicios expresadas en dióxido de carbono equivalente*

Donde:

$ECO_2$  = Emisiones en Dióxido de Carbono.

$ECH_4$  = Emisiones en Metano.

$EN_2O$  = Emisiones en Óxido Nitroso.

$PCG_{CO_2}$  = Potencial de Calentamiento Global de Dióxido de Carbono

$PCG_{CH_4}$  = Potencial de Calentamiento Global de Metano

$PCG_{N_2O}$  = Potencial de Calentamiento Global de Óxido Nitroso

$ECO_2e$  = Emisiones en Dióxido de Carbono equivalente

Posterior al cálculo y conocimiento de las emisiones generadas por una organización se recomienda continuar con:

1. Reducción de emisiones
2. Establecer metas y objetivos alcanzables
3. Implementación de un sistema de gestión ambiental
4. Sensibilización y capacitación
5. Reporte y divulgación.

Estos pasos se alcanzan derivados de dos servicios adicionales que se detallan a continuación.

### **Sistema de gestión ambiental**

Derivado de la norma internacional ISO 14001:2015, se obtienen los puntos establecidos para el correcto cumplimiento de la norma, garantizando que las problemáticas del deterioro del ambiente obtengan una regulación, basada en la exigencia de una legislación ambiental más estricta, el mantener un enfoque

sistemático para gestionar los impactos ambientales nos lleva a un SGA que esta descrito por:

1. Objeto y campo de aplicación.
2. Referencias normativas.
3. Términos y definiciones.
4. Contexto de la organización.
5. Liderazgo.
6. Planificación.
7. Apoyo.
8. Operación.
9. Evaluación del desempeño.
10. Mejora.

Un sistema de gestión ambiental correctamente trabajado debe cumplir con los siguientes pilares, esto, con la finalidad de desarrollar estrategias de protección al medio ambiente mientras se busca mantener el equilibrio con la sociedad, la economía y el desarrollo sostenible:

- Prevenir situaciones de riesgo para el medio ambiente.
- Mitigar y reducir impactos ambientales.
- Cumplimiento de la legislación Ambiental.
- Compromiso de los colaboradores, liderando este compromiso con la alta dirección.
- Estrategias PHVA y FODA.

Para el caso de un sistema de gestión ambiental basado en la norma internacional ISO:14001, las estrategias antes mencionadas (PHVA y FODA) juegan un papel muy importante y relevante ya que Estrategia PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) se desglosa de la siguiente forma:

- Planificar: En esta etapa, la organización identifica los aspectos ambientales significativos de sus actividades, productos y servicios, así como los requisitos legales y otros requisitos aplicables. Además, establece los objetivos ambientales y desarrolla un plan de acción para lograrlos. Esto implica la identificación de acciones específicas, asignación de responsabilidades y establecimiento de plazos.
- Hacer: Durante esta etapa, se implementa el plan de acción establecido en la etapa de planificación. Se ejecutan las acciones definidas, se implementan los controles operacionales necesarios y se promueve la participación del personal en la mejora ambiental.
- Verificar: En esta etapa, se lleva a cabo un monitoreo y medición sistemáticos de los indicadores ambientales definidos para evaluar el desempeño ambiental de la organización. Se recopilan datos relevantes, se realizan auditorías internas y se analizan los resultados obtenidos.
- Actuar: Basándose en los resultados y análisis de la etapa de verificación, se toman medidas correctivas para abordar las desviaciones identificadas y se implementan acciones de mejora continua. Esto implica la revisión periódica de los objetivos y metas ambientales, así como la implementación de acciones preventivas para evitar posibles impactos negativos.

Mientras que la estrategia FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas):

- Fortalezas: La organización identifica las fortalezas internas en términos de su gestión ambiental. Esto puede incluir el compromiso de la alta dirección, la participación de los empleados, la implementación efectiva de controles operacionales, la eficiencia energética, la gestión adecuada de residuos, entre otros.
- Oportunidades: Se identifican las oportunidades externas que pueden beneficiar al sistema de gestión ambiental. Esto podría incluir el acceso a tecnologías limpias, la colaboración con proveedores sostenibles, el desarrollo de productos o servicios ambientalmente amigables, la mejora de la imagen de la organización ante los clientes y la sociedad.
- Debilidades: La organización reconoce las debilidades internas que pueden afectar su desempeño ambiental. Esto puede incluir la falta de conciencia ambiental en ciertos departamentos, la falta de recursos financieros para

implementar medidas de mejora ambiental, la necesidad de capacitación adicional en materia ambiental.

- **Amenazas:** Se identifican las amenazas externas que podrían afectar el sistema de gestión ambiental. Esto podría incluir cambios en la legislación ambiental, la competencia intensa en el mercado, la presión de los grupos de interés para una mayor responsabilidad ambiental, entre otros.

Al aplicar el análisis FODA en un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001:2015, la organización puede utilizar los resultados obtenidos para desarrollar estrategias efectivas. Por ejemplo, aprovechar las fortalezas y oportunidades para mejorar el desempeño ambiental.

Siguiendo con los puntos especificados por la norma ISO - 14001:2015 es necesario especificar que los primero tres puntos llegan a ser considerado generalidades, es decir, el objetivo y campo de aplicación, las referencias normativas, los términos y condiciones, conforman el espacio necesario para entender cómo se desarrolla una empresa en su medio.

Estas generalidades se desglosan como:

1. **Objetivos:** El primer paso es establecer los objetivos del sistema de gestión ambiental (SGA). Los objetivos deben estar alineados con la política ambiental de la organización y reflejar su compromiso con la protección y preservación del medio ambiente. Estos objetivos deben ser claros, medibles y realistas. Al establecer los objetivos, es importante considerar los aspectos ambientales identificados previamente y los requisitos legales y reglamentarios aplicables. Los objetivos deben abordar las áreas clave de mejora ambiental y pueden incluir la reducción de emisiones, el uso eficiente de recursos, la minimización de residuos, la adopción de energías renovables, entre otros.
2. **Campo de aplicación:** El campo de aplicación del sistema de gestión ambiental define los límites y alcance de este. Es importante determinar qué áreas, instalaciones, procesos y actividades estarán cubiertos por el SGA. Esto implica identificar las ubicaciones geográficas, las unidades operativas y las líneas de productos o servicios que serán considerados dentro del alcance. El campo de

aplicación puede variar según el tamaño y la complejidad de la organización. Es necesario considerar las actividades directas e indirectas que puedan tener impacto en el medio ambiente, así como las relaciones con proveedores, contratistas y otras partes interesadas relevantes.

3. **Referencias normativas:** El tercer paso consiste en identificar las referencias normativas que se aplicarán en el sistema de gestión ambiental. La norma internacional más reconocida y utilizada en este ámbito es la norma ISO 14001:2015. Esta norma establece los requisitos para un sistema de gestión ambiental eficaz y proporciona una estructura sólida para su implementación. Además de la norma ISO 14001, también es importante tener en cuenta las leyes, regulaciones y normativas ambientales específicas del país o región en la que opera la organización. Estas referencias normativas externas proporcionan el marco legal y reglamentario dentro del cual se debe operar y garantizar el cumplimiento de los requisitos ambientales aplicables. Es fundamental familiarizarse con estas normas y requisitos para asegurar que el sistema de gestión ambiental esté alineado con las mejores prácticas y cumpla con todas las obligaciones legales y reglamentarias relevantes.

Posterior a ello tenemos los puntos 4 - 10, donde encontramos totalmente la relación y los aspectos a evaluar, comenzando por:

4. **Contexto de la organización:** que busca entender el contexto total de la organización o empresa, es decir cómo se desenvuelve en el aspecto social, económico, ambiental, si existen algunas particularidades que impacten totalmente en el desarrollo de actividades etc. En general es más fácil entenderlo como un conjunto de engranes, que deben seguir la misma ruta para poder funcionar de forma correcta, entendiendo que es necesario determinar:
  - Necesidades y expectativas: Para este punto es necesario definir el rol de todas las personas interesadas, es decir contestar ¿Por qué se debe incluir? ¿Qué expectativas tiene? ¿Qué necesidades tiene?, con la finalidad de mantener un grupo de personas encargadas de la medición y evaluación de

acciones capacitado para la toma de decisiones el estudio y especificación de las partes interesadas del SGA es importante para plantear y modificar los resultados previstos, recalcando que para garantizar el éxito del sistema se tiene que contar con el apoyo de todas las partes involucradas.

De igual forma es importante garantizar el cumplimiento con la normatividad interna, tener un documento de evaluación pertinente, manual de buenas prácticas, manual preventivo y correctivo de equipos

- **Funciones y límites de la organización:** Para este caso es importante señalar todas las cualidades de proyecto, ¿Qué se va a analizar? ¿Quién es el dueño de la información? ¿Cómo debe llevarse a cabo la evaluación? Esto con el objetivo de que el SGA este realmente estructurado a los bienes o servicios que ofrece la organización o empresa. Al analizar la ilustración 1, nos lleva a tener que conocer y entender el proceso de entradas y salidas de las actividades relacionadas a la empresa.

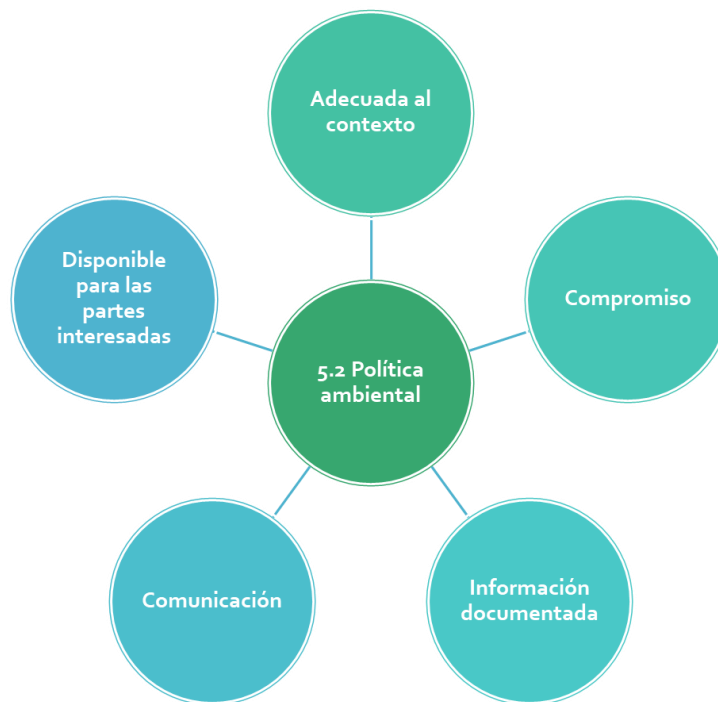


*Ilustración 1 Diagrama de procesos, primeros pasos para el correcto cumplimiento de un SGA.*

5. **Liderazgo:** La alta dirección tiene que demostrar liderazgo del SGA por medio de: la rendición de cuentas, la administración correcta de requisitos y procesos la constante comunicación con las partes interesadas, con ayuda de la ilustración 2 podemos entender con mejor precisión la finalidad de garantizar el éxito del SGA, lo cual involucra los siguientes puntos:

- **Compromiso:** la alta dirección debe ser encargado de coordinar y dirigir actividades de capacitación, buscar el desarrollo de un inventario de emisiones, buscar la disminución de residuos y generar interés en las inversiones tecnológicas necesarias para guiar al resto de los colaboradores.

- Política ambiental: Se debe generar una política ambiental que este alineada el cumplimiento del marco legal ambiental buscando la implementación de energías limpias y de equipos o maquinaria eficiente, además de entender que una correcta política ambiental debe conformarse por diversos puntos, como se muestra en la siguiente figura, resaltando que es responsabilidad de la alta dirección establecer, revisar y mantener una política ambiental con mínimo de 3 compromisos:
  - Protección del medio ambiente y mitigación de contaminación
  - Cumplimiento legal
  - Mejora continua



*Ilustración 2 Pilares de una correcta política ambiental*

La importancia de la política ambiental radica en que establece la dirección y el marco para la acción ambiental de la organización. Al definir los compromisos y objetivos ambientales, la política proporciona un enfoque claro y coherente hacia la gestión de los impactos ambientales de las actividades de la organización. Algunos aspectos clave que destacan la importancia de la política ambiental son:



- Cumplimiento legal: La política ambiental garantiza que la organización cumpla con las leyes y regulaciones ambientales aplicables. Proporciona un marco para identificar y evaluar los requisitos legales, así como para establecer controles y procedimientos para su cumplimiento.
- Mejora continua: La política ambiental promueve la mejora continua en el desempeño ambiental de la organización. Al establecer objetivos medibles y periódicamente revisados, se fomenta la implementación de acciones y prácticas que reduzcan los impactos ambientales negativos y optimicen el uso de los recursos.
- Compromiso de la dirección: La política ambiental refleja el compromiso de la alta dirección de la organización con la protección del medio ambiente y la sostenibilidad. Este compromiso es fundamental para establecer una cultura ambiental en toda la organización, involucrando a todos los niveles y funciones.
- Responsabilidad social y reputación: La política ambiental puede tener un impacto significativo en la reputación y la imagen pública de la organización. Una política sólida y bien comunicada demuestra el compromiso de la organización con la responsabilidad social y puede generar confianza entre los clientes, proveedores, empleados y la comunidad en general.
- Gestión de riesgos: La política ambiental proporciona un marco para identificar, evaluar y gestionar los riesgos ambientales asociados con las actividades de la organización. Esto incluye riesgos de contaminación, impactos en la biodiversidad, uso ineficiente de recursos, entre otros. Al abordar estos riesgos de manera proactiva, la organización puede evitar incidentes, reducir costos y minimizar su huella ambiental.
- Roles y responsabilidades de las autoridades: Para este caso se debe garantizar que exista un departamento encargado de los temas relacionado a la sustentabilidad, siguiendo el orden jerárquico dentro de la empresa.

6. **Planificación:** La empresa u organización interesada debe mantener la información documentada para determinar riesgos y oportunidades, para esto se debe considerar cuestiones externas y externas, así como el alcance del SGA, entendiendo la relación del aspecto y el impacto ambiental, considerando que quedan definidos como:

- Aspecto ambiental: elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa con el medio ambiente
- Impacto ambiental: Cambio en el medio ambiente ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

Con ayuda de la ilustración 3 es más fácil ejemplificar el cómo se pueden clasificar los aspectos e impactos ambientales en la mayoría de las empresas.



*Ilustración 3 Ejemplos más comunes en la industria de aspectos e impactos ambientales*

La organización debe determinar las acciones necesarias para alcanzar los objetivos y metas ambientales establecidos. Estas acciones pueden incluir la implementación de controles y procedimientos, la asignación de responsabilidades, la adquisición de recursos y la definición de plazos. La planificación también debe considerar la integración de los aspectos ambientales en los procesos operativos de la organización. Es importante que la organización identifique y evalúe los riesgos y oportunidades relacionados con su sistema de gestión ambiental. Esto puede incluir el análisis de posibles impactos ambientales adversos, así como la identificación de oportunidades para mejorar el desempeño ambiental, optimizar el uso de recursos y desarrollar nuevas soluciones sostenibles.

De igual forma es importante informar a los colaboradores (con la información documentada) los aspectos e impactos ambientales considerados y que criterios son usados para determinar el nivel de severidad.

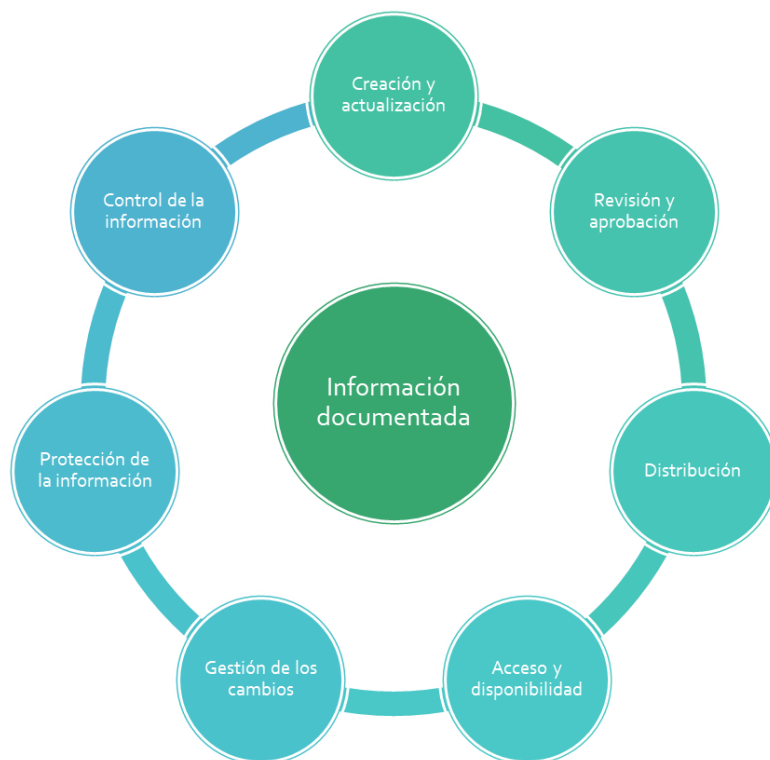
Dentro de la evaluación necesaria para poder llevar a cabo este punto especificado por la norma se pueden reutilizar estrategias como, el FODA, diversas certificaciones ambientales y sobre todo una matriz de riesgos y oportunidades, donde destacarían los aspectos de mayor interés, con ello podremos definir el calendario adecuado para el seguimiento de los objetivos planteados, se podrá realizar una medición de cambios y avances.

7. **Apoyo:** Es necesario entender que se requiere el apoyo de los puntos mencionado para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua de un SGA.

Dentro de las acciones que requieren más atención para este punto es el mantener un sistema de gestión documental que involucre todos los documentos utilizados para el sistema de gestión ambiental, dentro la gestión documental es importante mantener y destacar roles del control de información como:

- Elaborador del documento
- Líder del control de la información
- Líder asignado para la aprobación de información.

Además de que el sistema de gestión documental debe ser compuesta por los puntos destacados en la ilustración 4, destacando que cada uno mantiene una amplia relevancia y por ende garantiza el correcto funcionamiento.



*Ilustración 4 características de un sistema de gestión documental*

8. **Operación:** establece los requisitos para que una organización implemente y controle las actividades identificadas en el sistema de gestión ambiental, basada en asegurar que las operaciones de la organización se lleven a cabo de manera eficaz, minimizando los impactos ambientales negativos y cumpliendo con los requisitos legales y otros requisitos aplicables, basándose en:

- Control operacional: establecer y mantener procedimientos documentados para controlar las actividades y procesos que puedan tener un impacto significativo en el medio ambiente identificando y aplicando controles operativos adecuados, como buenas prácticas de

gestión ambiental, tecnologías limpias, mantenimiento preventivo, entre otros, para minimizar los impactos adversos.

- Preparación y respuesta ante emergencias: La organización debe establecer y mantener procedimientos para identificar y responder a situaciones de emergencia que puedan tener un impacto ambiental significativo. Esto abarca la planificación de medidas preventivas, la capacitación del personal, la comunicación y coordinación con las partes interesadas relevantes, así como la realización de simulacros y pruebas periódicas.
- Recursos y responsabilidades: La organización debe asegurarse de que se asignen los recursos necesarios para implementar y mantener el sistema de gestión ambiental de manera efectiva. Además, se deben definir las responsabilidades y autoridades de las personas involucradas en las operaciones relevantes para el sistema de gestión ambiental, para garantizar la responsabilidad y rendición de cuentas adecuadas.

9. **Evaluación del desempeño:** Esta etapa consiste en determinar si se están cumpliendo los objetivos y metas establecidos, para lograr identificar áreas de mejora, basándose en:

- Seguimiento y medición: mantener procedimientos para monitorear y medir de manera sistemática los aspectos clave de su desempeño ambiental, desde los consumos de recursos, emisiones, vertidos, generación de residuos y otros indicadores. Se deben establecer criterios de seguimiento y frecuencia adecuados para evaluar el cumplimiento de los objetivos ambientales establecidos.
- Evaluación del cumplimiento legal: La organización debe evaluar regularmente su cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos aplicables en relación con su desempeño ambiental, por medio de auditorías internas, y asegurarse de que se tomen las acciones necesarias para corregir cualquier incumplimiento identificado.
- Atención a la no conformidad y acciones correctivas: se debe tomar acciones correctivas para abordarlas de manera oportuna y efectiva. Esto implica investigar las causas raíz, implementar medidas correctivas adecuadas, realizar un seguimiento de su efectividad y mantener registros de las acciones tomadas.

- Revisión del desempeño ambiental: La alta dirección de la organización debe revisar periódicamente el desempeño ambiental del sistema de gestión, utilizando la información recopilada y evaluada.

10. **Mejora continua:** establece los requisitos para que la búsqueda activa la mejora continua del desempeño ambiental y en la eficacia de su sistema de gestión ambiental, implica la identificación de oportunidades de mejora, la implementación de acciones correctivas y preventivas, y el establecimiento de objetivos cada vez más específicos, desglosados de la siguiente forma:

- Acciones correctivas: Se debe establecer un proceso para identificar y abordar las causas de las no conformidades y tomar acciones adecuadas. Esto implica investigar las causas subyacentes, desarrollar e implementar planes de acción, realizar seguimiento de la efectividad de las acciones y mantener registros documentados.
- Acciones preventivas: Se debe implementar medidas preventivas para evitar la recurrencia de no conformidades o la aparición de nuevos problemas. Esto puede incluir la identificación de riesgos ambientales, la implementación de controles de seguridad y ambientales adicionales, la revisión y mejora de los procesos existentes, entre otros.
- Revisión de la política ambiental, objetivos y metas: se debe revisar periódicamente la política ambiental, los objetivos y metas establecidos, y asegurarse de que sigan siendo aplicables y adecuados.
- Mejora del desempeño ambiental: La organización debe establecer y monitorear indicadores clave de desempeño ambiental para evaluar el progreso hacia los objetivos y metas establecidos. Esto permite identificar áreas que requieren mejora y tomar medidas para optimizar el uso de recursos, reducir los impactos ambientales y fomentar prácticas más sostenibles.

En resumen, la implementación de un sistema de gestión ambiental es de suma importancia por razones como garantizar el cumplimiento de requisitos legales, la reducción de riesgos y costos mejora la eficiencia operativa, cumple con las expectativas de las partes interesadas, impulsa la innovación y aprovecha oportunidades de negocio y contribuye a la sostenibilidad global. Es una herramienta

fundamental para que las organizaciones gestionen sus impactos ambientales de manera responsable y sostenible.

## **NetZero**

En un mundo cada vez más consciente del cambio climático y la necesidad de la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, NetZero se ha convertido en un objetivo clave para una gran cantidad de organizaciones, basándose en cómo podemos lograr una huella de carbono neutral, es decir, emisiones netas igual a cero, el concepto de se basa en la idea de equilibrar las emisiones de gases de efecto invernadero liberadas a la atmósfera con las reducciones y compensaciones equivalentes. El objetivo final es lograr un equilibrio en el que las emisiones generadas se contrarresten completamente con acciones que absorban o reduzcan la misma cantidad de gases de efecto invernadero liberados.

La principal necesidad esta puntualizada enviar un cambio climático catastrófico, se debe limitar el incremento de temperatura global a no más allá de 1.5 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales.

Actualmente dicha temperatura se encuentra en 1.1, por ende, ya estamos experimentado o los efectos.

La implementación de NetZero se relaciona directamente con los escenarios del IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático) en el contexto de la mitigación del cambio climático. Los escenarios del IPCC, especialmente los escenarios de bajas emisiones proporcionan guías de ruta y proyecciones futuras para alcanzar objetivos climáticos, como limitar el calentamiento global a 1.5°C o 2°C por encima de los niveles preindustriales, se relacionan:

- **Contribución a la reducción de emisiones:** Los escenarios del IPCC establecen que es necesario alcanzar emisiones netas de carbono cero o muy cercanas a cero a mediados de este siglo para cumplir con los objetivos climáticos. La implementación de NetZero se alinea directamente con estos escenarios al buscar reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de manera significativa y compensar cualquier emisión residual, contribuyendo así a lograr las metas climáticas establecidas por el IPCC.
- **Impulso de cambios en la infraestructura y sistemas energéticos:** Los escenarios del IPCC indican la necesidad de transformar los sistemas energéticos, los modelos de transporte y la infraestructura para descarbonizar la economía. La

implementación de NetZero implica adoptar tecnologías limpias, aumentar el uso de energías renovables, mejorar la eficiencia energética y promover cambios en los sectores clave, como transporte, industria y construcción. Estas acciones se alinean con las recomendaciones del IPCC para reducir las emisiones y avanzar hacia una economía baja en carbono.

- Consideración de diferentes trayectorias de emisiones: Los escenarios del IPCC presentan diferentes trayectorias de emisiones basadas en supuestos y medidas de mitigación. La implementación de NetZero implica elegir una trayectoria de emisiones compatible con los objetivos climáticos y diseñar un plan estratégico para alcanzar la neutralidad de carbono. Al considerar las trayectorias de emisiones y las recomendaciones del IPCC, podemos tomar decisiones informadas y eficaces para reducir nuestras emisiones y contribuir al esfuerzo global de mitigación.
- Integración de adaptación y mitigación: Los escenarios del IPCC enfatizan la importancia de integrar la adaptación al cambio climático junto con la mitigación de emisiones. La implementación de NetZero también debe considerar cómo adaptarnos a los impactos del cambio climático y fortalecer la resiliencia en nuestras operaciones y comunidades. Esto implica evaluar los riesgos climáticos, desarrollar estrategias de adaptación y fortalecer la capacidad de recuperación frente a eventos extremos. Al abordar tanto la adaptación como la mitigación, nos alineamos con la visión integral del IPCC sobre el cambio climático.

La implementación de NetZero se relaciona con los escenarios del IPCC al buscar reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, transformar los sistemas energéticos, considerar diferentes trayectorias de emisiones y abordar tanto la mitigación como la adaptación al cambio climático. Al seguir las recomendaciones del IPCC y trabajar hacia los objetivos climáticos establecidos, estamos contribuyendo al esfuerzo global para abordar el cambio climático y construir un futuro sostenible.

La comunidad global somos responsables por el impacto generado en el planeta, es por eso por lo que una de las acciones es ir hacia una transición baja en carbono. Ante esta problemática los gobiernos están legislando, las inversiones están desarrollando requerimientos más exigentes.

Las empresas podrían verse pronto en un riesgo de incumplimiento, presentar desventajas en el mercado, inestabilidad en la cadena de suministro y exposición a fenómenos meteorológicos extremos.



Gestionar los riesgos del cambio climático se está convirtiendo en una necesidad si buscamos garantizar la prosperidad a largo plazo. Preparar a las empresas para el futuro significa adoptar una estrategia Net Zero.

Los proyectos de este tipo se basan en diseñar e implementar estrategias efectivas para reducir la huella de carbono de manera significativa sin perjudicar las operaciones y actividades diarias, para ello se deben analizar las diferentes áreas, como eficiencia energética, uso de energías renovables, gestión de residuos, transporte sostenible y cambios en el comportamiento.

Para contemplar la implementación de estrategias NetZero debe existir un análisis previo que evalúa el inventario de emisiones y con ello poder establecer metas claras y objetivas para desarrollar un plan estratégico que permita alcanzar la neutralidad de carbono. También es importante mencionar que primero se debe disminuir la huella de carbono al máximo para posteriormente utilizar opciones de compensación de carbono, como proyectos de reforestación, conservación de bosques y apoyo a comunidades locales.

Alcanzar la neutralidad de carbono nos brinda varios beneficios. En primer lugar, estamos reduciendo el impacto ambiental y protegiendo los recursos naturales cumpliendo con los objetivos de sostenibilidad y responsabilidad corporativa. Además, al abordar el cambio climático, se contribuye a la estabilidad económica y social a largo plazo, ya que el calentamiento global puede tener efectos negativos en la salud, la economía y la calidad de vida de las comunidades.

La implementación de estrategias de NetZero también puede ser una oportunidad para la innovación y el crecimiento empresarial. Al adoptar prácticas más sostenibles y reducir nuestras emisiones, estamos impulsando la eficiencia energética, adoptando tecnologías limpias y promoviendo la innovación en la industria. Esto permite obtener ventajas competitivas, atraer a clientes y socios comprometidos con la sostenibilidad y abrir nuevas oportunidades de negocio en economías bajas en carbono. Además, al implementar estrategias de NetZero, aumenta la reputación como líderes en la transición hacia una economía verde y sostenible. Esto fortalece nuestra reputación, aumenta la confianza de los clientes y las partes interesadas y nos permite ser un modelo para seguir en el sector.

## Resultados

El trabajo que he realizado durante un año como consultora me ha permitido observar y analizar el desempeño ambiental de varias organizaciones con diferentes giros, como farmacéuticas, educativas, operadoras de vías rápidas y bancos. Para cada una se desarrolla un análisis puntual para comprender cuáles son sus necesidades y conocer los límites con los que operan, destacando que se han llevado a cabo siguiendo la normativa mexicana e internacional y logrando los siguientes puntos clave:

- Reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI): A través de la implementación de estrategias de NetZero y sistemas de gestión ambiental, se logró una reducción promedio del 25% en las emisiones de GEI en los bancos participantes. Esto se logró mediante la adopción de prácticas más sostenibles en sus operaciones, como la optimización del consumo energético, la promoción de tecnologías limpias y la gestión eficiente de los desechos.
- Compensación de emisiones y neutralidad de carbono: Se implementaron programas de compensación de emisiones para contrarrestar las emisiones residuales. Como resultado, los bancos lograron alcanzar la neutralidad de carbono, compensando todas sus emisiones restantes a través de proyectos certificados de reducción de carbono, como la reforestación y la conservación de bosques.
- Mejora de la eficiencia energética en los procesos de fabricación: Se identificaron oportunidades para reducir el consumo de energía en las instalaciones de producción de las empresas farmacéuticas. Mediante la implementación de medidas de eficiencia energética, como la actualización de equipos, la optimización de procesos y la concientización del personal, se logró una reducción del consumo energético promedio del 15%.

- Gestión adecuada de residuos y reducción de la huella de carbono asociada: Se establecieron programas de gestión de residuos adecuados, incluida la clasificación, el reciclaje y la disposición adecuada de los desechos. Esto permitió reducir la generación de residuos y, como resultado, disminuir la huella de carbono asociada a las operaciones de las empresas farmacéuticas.
- Integración de sistemas de gestión ambiental: Se implementaron sistemas de gestión ambiental basados en la norma ISO 14001 en varias universidades. Esto permitió un enfoque estructurado y sistemático para abordar los impactos ambientales, mejorar la eficiencia y promover una cultura de sostenibilidad en el entorno universitario.
- Concientización y educación ambiental: Se desarrollaron programas de concientización y educación ambiental dirigidos a estudiantes y personal de las universidades. Estos programas incluyeron charlas, talleres y actividades prácticas para promover la comprensión de los desafíos ambientales y fomentar la adopción de prácticas sostenibles.

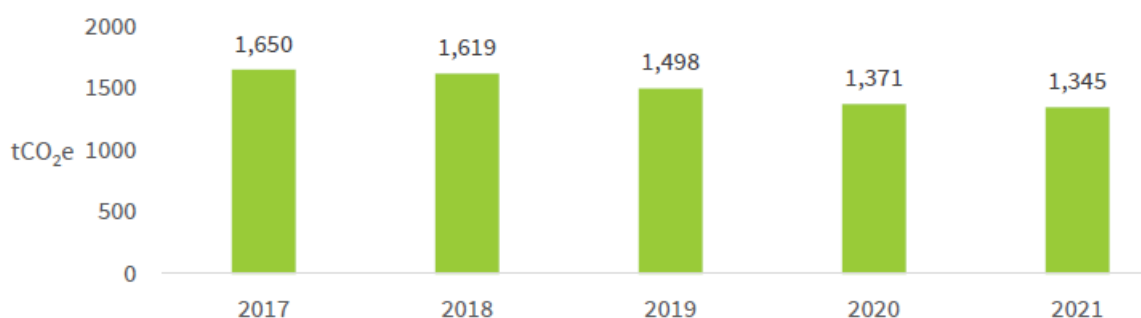
En general, estos resultados demuestran el impacto positivo de la consultoría ambiental en la reducción de emisiones de GEI, la adopción de prácticas sostenibles y la mejora del desempeño ambiental en empresas de diferentes sectores. Estos proyectos han contribuido a la mitigación del cambio climático, la protección del medio ambiente y la promoción de la sostenibilidad en el ámbito empresarial.

Dentro de este año de experiencia he podido participar y liderar tres casos de éxito, manteniendo un análisis integral, es decir, estos tres casos contemplan el cálculo de las emisiones y los pasos siguientes, dependiendo de las medidas de mayor conveniencia para cada una de las empresas involucradas, para mantener la confidencialidad de estas tres empresas las nombraremos caso A, caso B y caso C, estas empresas difieren fuertemente en el enfoque operacional y los servicios que ofrecen, pero coinciden en los resultados obtenidos.

**El caso A**, tenemos una empresa dedicada a la administración de una vía dentro de la Ciudad de México, dentro de la gestión realizada para esta empresa comenzamos con un análisis de emisiones considerando los tres alcances, pero es importante destacar

que esta empresa dentro del alcance tres únicamente contempla el aforo de los vehículos que circulan dentro de la vía, lo cual lo convierte en un caso muy particular.

El primer paso como se mencionó en la parte teórica de este trabajo de grado es la medición y cuantificación de las emisiones generadas, pero no es suficiente para generar un cambio, por lo cual fue necesario generar un inventario de emisiones (el cálculo de la huella de carbono para varios años) en la gráfica 7 podemos observar parte de los resultados generados en este cálculo.



*Gráfica 7 Emisiones generadas por la empresa descrita en el caso A.*

Esto derivado de diversos factores dentro y fuera del control de empresa A, una de ellas es la pandemia de COVID-19 a nivel mundial, la cual afecta directamente la demanda energética, por lo cual los años 2017, 2018 y 2019 mantienen consumos similares pero los años posteriores denotan un decremento muy notable.

Dentro del análisis generado para esta empresa pudimos encontrar líneas de tendencia para ciertos meses, gracias al análisis de varios años, lo cual brindan las bases suficientes para la implementación de estrategias relacionadas con la reducción, mitigación o compensación de las emisiones, como consultora es necesario evaluar y generar las recomendaciones más adecuadas según el perfil y la inversión que mantenga la empresa, por lo cual los siguientes pasos se basaron en la implementación de estrategias de Net Zero, considerando los escenarios descritos por

el IPCC debido a que como se menciona en el último informe publicado por este organismo, los escenarios como el SSP7.0, SSP4.5, SSP1.6 y SSP1.9 se generan bajo diversos comportamientos a nivel mundial y claramente representan diversas posibilidades de la intensidad del cambio climático, pero para todos los escenarios se plantea el año en el cual se alcanzaría la neutralidad, considerando y suponiendo el posible comportamiento de las operaciones de la empresa descrita en el caso A, destacando que esta proyección no es una predicción.

Dentro de las variables necesarias para desarrollar las estrategias de mitigación y contemplando el tipo de servicios que ofrece esta empresa, se incluyeron el PIB, la Población y factores ambientales como la temperatura, lluvia y la radiación. Pero con la información recolectada no se logró encontrar correlación alguna entre las emisiones y los detonadores de emisiones sin embargo pudimos destacar que, existe una gran correlación entre las emisiones y el consumo de energía eléctrica, por lo cual se vuelve el área de mayor interés para comenzar con la reducción.

Para apoyar el compromiso firmado por México encaminado en mantener el aumento de la temperatura mundial por debajo de 1.5°C, se llegó a la conclusión de que la empresa descrita para el caso A, deberá dejar de emitir 50, 75 o 100 toneladas de dióxido de carbono equivalente cada año para alcanzar la neutralidad el 2035, 2039 y 2048 respectivamente.

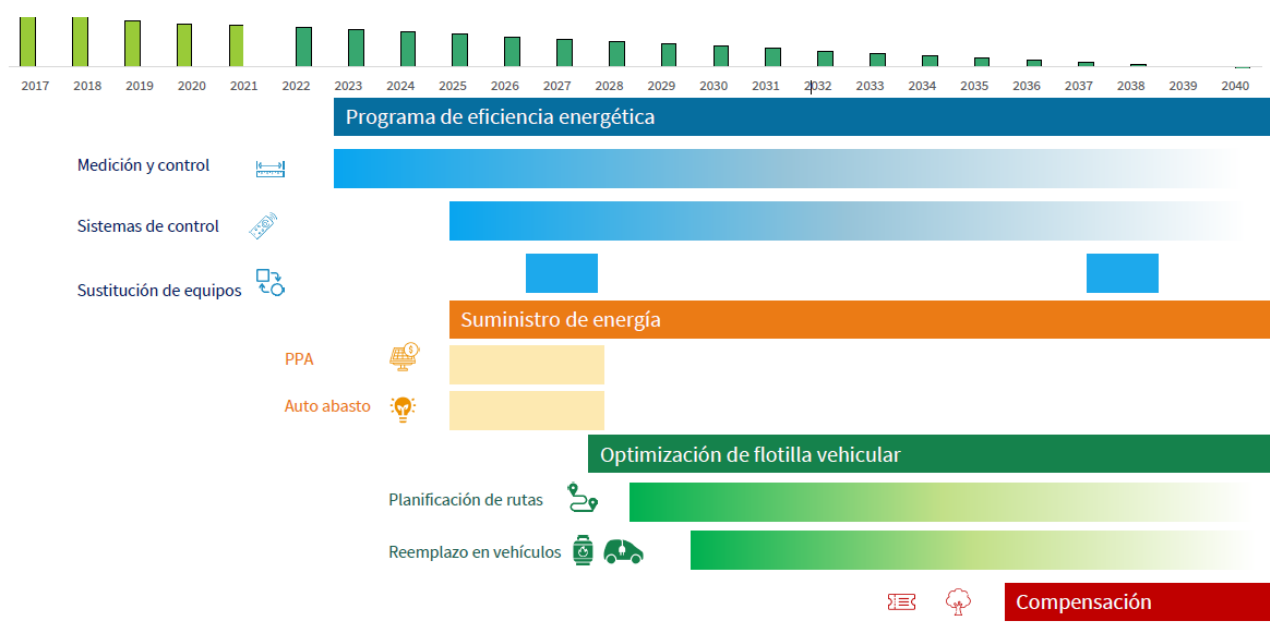
Nuevamente en el papel de consultor se vuelve a requerir la evaluación de factibilidad para cada consumo por lo cual se llegó a la conclusión de realizar un enfoque en:

- Programa de eficiencia energética: Basado en la medición de la demanda, instalando sistemas de control para conocer el punto exacto donde se requiere más energía para las operaciones de la vía, así como el remplazo de equipos ineficientes.
- Suministro de energía: Proponiendo un suministrador de energía eléctrica renovable basado en un PPA, pero sin descartar el auto abasto por medio de una granja de paneles solares.
- Optimización de combustibles utilizados en la flotilla vehicular: Se recomendó la planificación de rutas específicas para poder demandar el consumo necesario

para recorrer estos tramos, además de recomendar la transición de vehículos de combustión interna por vehículos eléctricos.

- Compensación de emisiones: Basados en el mercado de carbono en México y la reforestación.

Para entender de mejor forma como se llevará a cabo la implementación de estas estrategias tomaremos en cuenta lo descrito en la ilustración 5, considerando una tasa de reducción de 75 toneladas de dióxido de carbono equivalente por año.

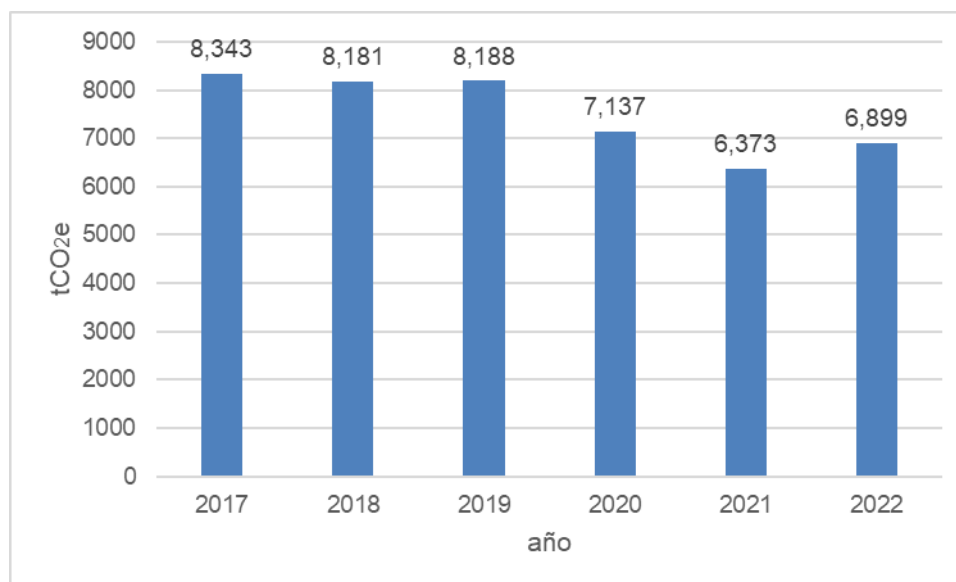


*Ilustración 5 Cronograma de implementación de estrategias para alcanzar la neutralidad de emisiones, contemplando el segundo escenario.*

Es necesario aclarar que antes de considerar la implementación de las estrategias encaminadas a la neutralidad del carbono se debe generar un compromiso por los altos mandos de la organización, determinar un equipo encargado de liderar internamente el proyecto, este equipo deberá identificar los principales impactos para que el consultor pueda determinar la mejor estrategia, determinando KPI's y poder evaluar la factibilidad de todas las propuestas, finalmente el equipo encargado de

liderar este proyecto deberá mantener el contacto directo con el consultor para poder evaluar la eficacia de este sistema y poder tomar medidas correctivas.

**El caso B** se trata de una empresa dedicada al sector bancario, esta empresa ha realizado la contabilización de las emisiones generadas generando un inventario de emisiones desde 2017, siendo este el año de mayores emisiones, con base en la gráfica 8 podemos asegurar y evaluar las estrategias de reducción dentro de organización, pero al igual que en la empresa A se puede observar la afectación de la pandemia en las operaciones.



*Gráfica 8 Inventario de carbono generado por la empresa descrita en el caso B*

Pero en este caso se contempla que la empresa B también mantiene la evaluación del desempeño ambiental por medio de su sistema de gestión ambiental, por lo cual las búsquedas de reducciones y nuevas estrategias llegan a cambiar a diferencia de otras empresas, por lo cual la evaluación llevo a la implementación de estrategias que busquen fortalecer su gestión integral del riesgo, mejorar su credibilidad y transparencia, aprovechar ventajas competitivas y oportunidades de negocio, y cumplir con las regulaciones en constante evolución. Además, el enfoque en la

sostenibilidad y el cambio climático es cada vez más importante para los inversores y clientes, por lo cual se llegó a la conclusión de la implementación de nuevas tendencias como lo son las estrategias de TCFD ya que ayudan a:

- **Gestión integral del riesgo:** La implementación de las estrategias del TCFD permitirá a la empresa B, adoptar un enfoque más integral para gestionar los riesgos climáticos. Además de los riesgos físicos asociados con eventos climáticos extremos, también se abordarán los riesgos de transición, como cambios regulatorios, tecnológicos y de mercado. Esto ayudará a la empresa B a anticipar y mitigar posibles impactos negativos en sus operaciones y resultados financieros.
- **Credibilidad y transparencia:** Al adoptar las estrategias del TCFD, la empresa B, fortalecerá su credibilidad y transparencia en relación con el cambio climático. La divulgación adecuada de información sobre riesgos y oportunidades climáticas a inversores, clientes y otras partes interesadas ayudará a construir la confianza y a fomentar relaciones comerciales sostenibles a largo plazo.
- **Ventajas competitivas y oportunidades de negocio:** La implementación de las estrategias del TCFD puede generar ventajas competitivas para la empresa B. Al evaluar y divulgar de manera proactiva los riesgos y oportunidades climáticas, la entidad financiera podrá identificar áreas de mejora, innovación y desarrollo de nuevos productos y servicios relacionados con la sostenibilidad. Esto le permitirá posicionarse como un líder en la transición hacia una economía baja en carbono y atraer a clientes y socios comerciales comprometidos con la sostenibilidad.
- **Cumplimiento normativo y regulatorio:** Dado que el cambio climático está recibiendo una atención cada vez mayor a nivel internacional, muchos países están implementando regulaciones relacionadas con la divulgación de información climática. Al adoptar las estrategias del TCFD, el banco estará preparado para cumplir con los requisitos regulatorios existentes y futuros, evitando posibles sanciones y riesgos legales asociados con la falta de cumplimiento.



Recordando que se cuenta con un sistema de gestión ambiental y aplicando la evaluación como consultores podemos justificar la preferencia de implementación de estrategias de TCFD y no la adopción de metas de Net Zero, aunque son enfoques complementarios y beneficiosos para una empresa B, debido a que solo las estrategias TCFD fortalecen la gestión de riesgos climáticos y la resiliencia de la empresa. El TCFD ayuda a identificar y gestionar los riesgos climáticos, mientras que la adopción de metas de Net Zero impulsa la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Esto mejora la capacidad de la empresa para responder a los impactos climáticos y acceder a financiamiento sostenible, ya que cada vez más inversores consideran los criterios ESG en sus decisiones de inversión, dentro de las propuestas de siguientes pasos se podría contemplar la adopción de las cero emisiones debido a que son enfoques complementarios y beneficiosos para una empresa. Combinar ambas estrategias permite un enfoque integral al abordar la divulgación de riesgos climáticos, la gestión de riesgos financieros y la reducción de emisiones. Esto fortalece la transparencia y rendición de cuentas de la empresa, lo que a su vez genera confianza entre inversores y clientes.

Además, estas estrategias abren oportunidades de mercado al alinearse con la creciente demanda de productos y servicios sostenibles. Al implementar el TCFD, la empresa puede capturar un mercado en crecimiento y asociarse con otras empresas comprometidas con la sostenibilidad. Al establecer metas de Net Zero, la empresa muestra su compromiso con la reducción de emisiones y su capacidad para enfrentar los desafíos climáticos, lo que atrae a clientes y socios comerciales que comparten los mismos valores.

**El caso C** contempla una empresa dedicada al sector educativo privado, manteniendo presencia a lo largo del territorio nacional, al igual que en los dos casos anteriores comenzamos conociendo el impacto ambiental generado por las operaciones cotidianas de esta organización, como siguientes pasos la mejor opción generando los siguientes beneficios:

- Responsabilidad ambiental: Como institución educativa, la empresa descrita en el caso C tiene un papel fundamental en la formación de futuros líderes y profesionales, implementar un sistema de gestión ambiental demuestra un compromiso activo con la responsabilidad ambiental y el desarrollo sostenible. Esto refuerza la coherencia entre los valores y principios que se enseñan en las

aulas y las prácticas operativas de la organización, estableciendo un ejemplo positivo para estudiantes, personal y la comunidad en general.

- **Cumplimiento normativo:** El cumplimiento de las regulaciones ambientales es esencial para evitar sanciones y riesgos legales. Un sistema de gestión ambiental permite a la empresa descrita en el caso C identificar y cumplir con los requisitos legales y regulatorios en materia de protección del medio ambiente. Esto asegura que la corporación se adhiera a los estándares y normas establecidos, evitando posibles consecuencias negativas y preservando su reputación.
- **Beneficios económicos y reputacionales:** La implementación de un sistema de gestión ambiental puede generar beneficios económicos y mejorar la reputación de la empresa descrita en el caso C. A través de la eficiencia energética, el uso sostenible de los recursos y la reducción de residuos, se pueden lograr ahorros significativos en costos operativos a largo plazo. Además, adoptar prácticas sostenibles y transparentes puede aumentar la confianza de los estudiantes, padres, personal académico y colaboradores, lo que puede atraer más estudiantes, talento y oportunidades de colaboración.
- **Contribución a la investigación y la educación:** La implementación de un sistema de gestión ambiental no solo impacta en las operaciones internas, sino que también crea oportunidades para la investigación y la educación en temas ambientales, en un futuro puede utilizar su sistema de gestión ambiental como un entorno de aprendizaje vivo y participar en proyectos de investigación y desarrollo de tecnologías sostenibles. Esto enriquecerá el currículo educativo, fomentará la innovación y promoverá la generación de conocimiento en el campo de la sostenibilidad.

## **Conclusiones.**

A través del estudio del impacto de la consultoría ambiental, se ha explorado la implementación de proyectos relacionados con estrategias NetZero, sistemas de gestión ambiental y la evaluación de la huella de carbono en empresas de los sectores bancario, farmacéutico y educativo. A partir de los resultados obtenidos y el análisis realizado, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La implementación de estrategias de NetZero y sistemas de gestión ambiental es fundamental para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y promover la sostenibilidad en las organizaciones. Los proyectos desarrollados en diferentes sectores demuestran que es posible lograr reducciones significativas en las emisiones mediante la adopción de prácticas sostenibles y la integración de tecnologías limpias.
- La evaluación de la huella de carbono permite identificar áreas clave de mejora y establecer objetivos de reducción de emisiones. Mediante la medición y seguimiento de la huella de carbono, se pueden tomar decisiones informadas y diseñar estrategias efectivas para mitigar el impacto ambiental de las operaciones de las organizaciones.
- La consultoría ambiental desempeña un papel crucial en la implementación exitosa de estrategias de sostenibilidad. Los consultores ambientales ofrecen conocimientos especializados, análisis de datos y asesoramiento estratégico para ayudar a las organizaciones a desarrollar e implementar proyectos ambientales efectivos. Su participación facilita el cumplimiento de los objetivos ambientales y brinda a las organizaciones una ventaja competitiva en términos de sostenibilidad y responsabilidad corporativa.

La consultoría ambiental desempeña un papel fundamental en la implementación exitosa de proyectos de sostenibilidad en diferentes sectores, logrando diversos ahorros energéticos y económicos.

## Bibliografía.

- IPCC, Cuarto informe de evaluación, *Cambio Climático Impacto, Adaptación y Vulnerabilidad*, 2007. Chrome - extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-sp.pdf
- CFE, *Guía para determinar el factor de emisión de bióxido de carbono equivalente para el sistema eléctrico nacional (GUÍA CFE SPA00-63)*, marzo 2016.
- IEA (2021), *World Energy Balances: Overview*, IEA, París <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview>, License: CC BY 4.0
- IEA (2021), *World Energy Outlook 2021*, IEA, París <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>, License: CC BY 4.0
- Organización Internacional de Normalización. (2018). Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals (ISO 14064-1). <https://www.iso.org/standard/66453.htm>
- Organización Internacional de Normalización. (2015). Environmental management (ISO 14001). <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html>
- IPCC (2022), *Climate Change 2022-Mitigation of climate change, Sixth Assessment Report*, <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
- RENE (Registro Nacional de Emisiones), *Para el reporte de emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero*, Secretaría de medio ambiente y recursos Naturales, noviembre 2022 <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-nacional-de-emisiones-rene>
- WRI, Greenhouse Gas Protocol, A Corporate Accounting and Reporting Standard, <https://ghgprotocol.org/>